CAB INTERNATIONAL
MYCOLOGICAL INSTITU
LIBRARY
29 JUL 1992
KRAF
A

Arbeiten
des Forschungsinstitutes für Kartoffelbau.

Heft 3.

# Der Einfluß der Nährstoffe auf die Qualität der Kartoffel.

Von

Dr. Adolf Kraft,

Wissenschaftlicher Hilfsarbeiter in der Abteilung für Landwirtschaft des Hessischen Landesernährungsamtes.

IMPERIAL BUREAU OF MYCOLOGY
25 APR. 1923

Berlin
Verlagsbuchhandlung Paul Parey
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
SW. 11, Hedemannstraße 10 u. 11
1920

Arbeiten
des Forschungsinstitutes für Kartoffelbau.

Heft 3.

# Der Einfluß der Nährstoffe auf die Qualität der Kartoffel.

Von

Dr. Adolf Kraft

Wissenschaftlicher Hilfsarbeiter in der Abteilung für Landwirtschaft des Hessischen Landesernährungsamtes.

Berlin
Verlagsbuchhandlung Paul Parey
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
SW. 11, Hedemannstraße 10 u. 11
1920.

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten.

# Vorwort.

Nach dem unglücklichen Ausgang des Krieges wird eines der wichtigsten Mittel, welche unseren Landwirten zu Gebote stehen, um die kommenden schweren Zeiten zu überwinden, darin zu suchen sein, daß sie sich bestreben, durch entsprechende Düngung die für den jeweiligen Verwendungszweck bestgeeignetste Qualität zu erzeugen, daß sie also nach dieser Richtung hin rationeller mit ihrem Betriebskapital und namentlich mit dem Düngerkapitale wirtschaften lernen.

Die Frage, welchen Einfluß die Düngung auf die Zusammensetzung der geernteten Pflanzen oder Pflanzenprodukte hat, ist eine schon viel erörterte; ist es doch naheliegend, bei Kulturpflanzen, die wir des Gehaltes an ganz bestimmten Stoffen wegen anbauen, diejenige Düngungsart anzuwenden, welche uns Ernten von möglichst günstiger Beschaffenheit des Rohmaterials liefert. Unsere Kenntnisse aber über den sich meist von hervorragendster Wichtigkeit erweisenden Einfluß der Düngung auf den Nährstoffgehalt der Pflanzen sind zur Zeit noch recht lückenhaft. Die agrikulturchemische Forschung hat sich damit schon lange und eingehend befaßt, aber die Ansichten gehen in der Literatur weit auseinander, und die gewonnenen Ergebnisse sind meist recht unsicher.

Es ist bekannt, daß einzelne Düngemittel die Qualität der Produkte günstig beeinflussen, über die Einwirkung der Nährstoffe in den verschiedenen Formen gehen jedoch die Ansichten weit auseinander. Die Frage einigermaßen zu lösen, war nur möglich durch einen umfassenden vergleichenden Versuch mit den verschiedenen Kombinationen der Nährstoffe.

Der Verfasser führte einen solchen Versuch 1918 für Kartoffeln durch und schloß die Laboratoriumsuntersuchungen an. Er gibt in seiner Arbeit eine Übersicht über frühere Einzeluntersuchungen und stellt dann die Ergebnisse seiner Untersuchungen zusammen.

Bei der großen Bedeutung, welche die Kartoffel heute auf dem Gebiete der Volksernährung einnimmt, dürfte der Nachweis, daß die Qualität nicht nur von der Züchtung der Sorten abhängt, sicherlich von allgemeinem Interesse sein.

Darmstadt, Februar 1920.

**Dr. A. Kraft.**

# Inhalt.

## A. Einleitung.


Seite

1. Einfluß der Wachstumsfaktoren auf die Qualität unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen . . . . . 1
2. Einfluß der Düngung auf die Qualität der Kartoffel . . . . . 4
   a. Brennereikartoffel . . . . . 6
   b. Stärkekartoffel . . . . . 8
   c. Speisekartoffel . . . . . 8
   d. Futterkartoffel . . . . . 9


## B. Allgemeiner Teil.

### Beschreibung des Düngungsversuches.


1. Klima, Lage und Bodenbeschaffenheit . . . . . 11
2. Vorfrucht . . . . . 12
3. Bodenbearbeitung . . . . . 12
4. Setzen der Kartoffeln . . . . . 12
5. Düngung der einzelnen Parzellen . . . . . 13
6. Pflege und Wachstumsverlauf . . . . . 15
7. Ernte . . . . . 15


## C. Besonderer Teil.

### Beeinflussung der wertbestimmenden Eigenschaften der Kartoffel durch die Düngung.


I. Einfluß der Düngung auf den Trockensubstanzgehalt . . . . . 16
   1. Fehlerhafte einseitige Düngung . . . . . 17
      a. einseitige Kalidüngung . . . . . 18
      b. = Stickstoffdüngung . . . . . 21
      c. = Phosphorsäuredüngung . . . . . 22
      d. = Kalkdüngung . . . . . 23
      e. = organische Düngung . . . . . 25
   2. Kunstdüngung ohne Stalldung . . . . . 25
   3. Volldüngung . . . . . 25
   4. Ergebnis . . . . . 26
   5. Absolute Trockensubstanzproduktion . . . . . 26
II. Einfluß der Düngung auf den Stärkegehalt . . . . . 27
   1. Fehlerhafte einseitige Düngung . . . . . 28
      a. einseitige Kalidüngung . . . . . 29
      b. = Stickstoffdüngung . . . . . 38
      c. = Phosphorsäuredüngung . . . . . 40
      d. = Kalkdüngung . . . . . 40
      e. = organische Düngung . . . . . 41

Seite

2. Kunstdüngung ohne Stalldung . . . . . 42
3. Volldüngung . . . . . 42
4. Ergebnis . . . . . 43
5. Absolute Stärkeproduktion . . . . . 43

III. Einfluß der Düngung auf den Gehalt an Rohfett . . . . . 44

IV. Einfluß der Düngung auf den Gehalt an Rohprotein . . . . . 44

1. Fehlerhafte einseitige Düngung . . . . . 46
   a. einseitige Kalidüngung . . . . . 46
   b. = Stickstoffdüngung . . . . . 47
   c. = Phosphorsäuredüngung . . . . . 48
   d. = Kalkdüngung . . . . . 48
   e. = organische Düngung . . . . . 49
2. Kunstdüngung ohne Stalldung . . . . . 50
3. Volldüngung . . . . . 50
4. Ergebnis . . . . . 51
5. Absolute Rohproteinproduktion . . . . . 52

V. Einfluß der Düngung auf den Gehalt an Rohfaser . . . . . 53

VI. Einfluß der Düngung auf den Gehalt an Rohasche . . . . . 55

VII. Einfluß der Düngung auf den Gehalt an stickstofffreien Extraktstoffen 58

VIII. Einfluß der Düngung auf die Schorfbildung . . . . . 60

IX. Einfluß der Düngung auf Kochfähigkeit und Geschmack . . . . . 63

X. Der Ertrag . . . . . 68

Zusammenfassende Betrachtung aller Versuchsergebnisse . . . . . 69

Tabelle . . . . . 72

# Der Einfluß der Nährstoffe auf die Qualität der Kartoffel.

Bekanntlich wird der Ertrag unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen in Qualität und Quantität von demjenigen Wachstumsfaktor beherrscht, der in geringster Intensität bzw. Menge unter den gerade vorliegenden Verhältnissen zur Wirkung gelangt. Ist nur ein Wachstumsfaktor in zu geringer Menge vorhanden, so hört die Entwicklung der Pflanze nach einiger Zeit auf, wenn der Faktor, von dem verhältnismäßig am wenigsten vorhanden war, aufgebraucht worden ist. Der Überschuß der anderen Faktoren kann nicht mehr verwertet werden. *Der im Minimum vorhandene Wachstumsfaktor ist maßgebend für die gesamte Größe und Güte der Produktion.* Dieses von Wollny-München von den Pflanzennährstoffen auf alle Wachstumsfaktoren ausgedehnte Liebigsche Gesetz vom Minimum kann als das Grundgesetz der gesamten Pflanzenproduktion bezeichnet werden. Nachdem das Gesetz einmal erkannt war, bestrebte man sich natürlich, die Wachstumsfaktoren in ein günstiges Verhältnis zueinander, auf das Normalmaß, das Optimum, zu bringen. Wir wundern uns daher nicht mehr, wenn wir — nach einem Vortrage von Geheimrat Delbrück-Berlin — hören, daß die praktische Landwirtschaft in Preußen im letzten Jahrhundert die Pflanzenproduktion vervierfacht hat; sie hatte die Getreideproduktion an sich allein verdoppelt und außerdem eine gleich hohe Produktion an Pflanzenmasse in Hackfrüchten (Kartoffeln und Runkeln) 1900 zu verzeichnen, von der das Jahr 1800 nur ganz kleine unwesentliche Anfänge sah. Aus Delbrücks Mitteilungen geht ferner hervor, daß diese von unserer praktischen Landwirtschaft in Preußen errungene Steigerung der Pflanzenproduktion noch fortschreitet, indem der Statistik zufolge die Steigerung im Jahrzehnt 1890 bis 1900 bei Weizen 10 %, bei Roggen 19 % und bei Kartoffeln 25 % betrug. Es beruht diese Steigerung der gesamten deutschen Pflanzenproduktion nach Delbrück nicht etwa nur darauf, daß die Brache wesentlich eingeschränkt und Ödland zum Pflanzenbau herangezogen wurde, sondern auf einer Verbesserung der Pflanzenernährung durch bessere Düngung, auf einer Verbesserung der Bodenbearbeitung und auf der Einführung leistungsfähigerer Sorten. Zum weitaus größten Teile ist diese Ertragssteige-

rung der hauptsächlichsten Feldfrüchte zweifellos auf die vermehrte Anwendung der künstlichen Düngemittel zurückzuführen, denn ein reicher Vorrat an Pflanzennährstoffen im Boden und demzufolge eine reiche Ernährung der Kulturpflanzen befähigt sie eher, ungünstige äußere Einflüsse durch die Witterung oder durch Schädlinge zu überwinden und demzufolge eben eine größere Sicherheit in den Erträgen zu gewähren.

Neben diesem Streben nach Massenhaftigkeit der Produktion fand auch die Qualitätsfrage allmählich die ihr gebührende Berücksichtigung, denn durch die Entwicklung und den Ausbau der Agrikulturchemie und der landwirtschaftlichen Technologie erkannte man immer schärfer, welche Anforderungen an die Qualität, die Güte der Ernteprodukte gestellt werden mußten. Auf dem Gebiete der Qualitätsverbesserung ist aber selbst heute noch unendlich viel zu erreichen. Wieviel man durch Berücksichtigung der Qualität erreichen kann, zeigt z. B. der Umstand, daß die englischen Landwirte es verstanden haben, die Qualität der Braugerste so zu verbessern, daß sie sich, trotz des Mangels jeglichen Schutzzolles, dadurch ein Monopol für diese Ware geschaffen haben. Nach dem unglücklichen Ausgang des Krieges wird eines der wichtigsten Mittel, welche unseren Landwirten zu Gebote stehen, um die kommenden schweren Zeiten zu überwinden, darin zu suchen sein, daß sie sich bestreben, durch entsprechende Düngung die für den jeweiligen Verwendungszweck bestgeeignetste Qualität zu erzeugen, daß sie also nach dieser Richtung hin rationeller mit ihrem Betriebskapital und namentlich mit dem Düngerkapitale wirtschaften lernen. Erzeugung der „edelsten Qualität" auf allen Gebieten, das muß in Zukunft mehr denn je Losungswort der deutschen Landwirtschaft sein. Die Qualitätsfrage muß als mindestens gleichberechtigt neben die Quantitätsfrage gestellt werden. Von ganz besonderer Wichtigkeit ist es deshalb für uns zu wissen, wie und durch welche Faktoren die Qualität, die stoffliche Zusammensetzung unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, verändernd beeinflußt wird.

Die qualitätsbestimmenden Faktoren sind in erster Linie die Bodenbeschaffenheit, die klimatischen Verhältnisse, Witterung und Düngung. In gewissem Grade ist auch die Sorte von Einfluß und das Individuum, die produzierende Pflanze selbst; Auswahl der Sorte und Pflanzenzüchtung haben hier einzugreifen. Jene Veränderungen, welche durch die anderen Faktoren in der Qualität hervorgerufen werden, treten im allgemeinen viel deutlicher hervor und sind bedeutend wichtiger.

Von ihnen nimmt die Düngung den wichtigsten Platz ein, denn ihre Regelung liegt ja vollständig in des Menschen Hand.

Das Klima dagegen ist ein Faktor, der sich völlig unserer Herrschaft entzieht. Wir können Frost und Dürre, Hagel und Kälte als schädliche Momente nicht ausschalten, Licht, Wärme und Luftfeuchtigkeit können einer Abänderung nicht unterzogen werden.

Ebensowenig Einfluß haben wir naturgemäß auf die jeweilige Witterung, die lokal, in Gegenden mit an sich günstigem Klima, in einem Jahr eine abnorm ungünstige sein kann.

Was den Boden anbetrifft, so können wir dessen chemische, physikalische und biologische Eigenschaften durch entsprechende Bodenbearbeitung und durch Regulierung der Wasserverhältnisse zwar beeinflussen, aber nicht über eine gewisse Grenze hinaus. Gerade was den Boden anbetrifft, so sind wir ja im Laufe der Zeit zu einer ganz neuen Auffassung gekommen. Gisevius-Gießen[1]) schreibt darüber folgendes: „Der Boden ist nicht mehr, wie es früherer Auffassung nach der Fall war, die eigentliche Nährstoffquelle für die Pflanzen, vielmehr ist er in unserer heutigen Auffassung das geworden, was wir mit dem Worte „Pflanzenstandort" bezeichnen. Die Analyse zeigt uns, daß die Pflanzen zu 60 bis 90 % aus Wasser bestehen, daß die Trockenmasse aber, welche wir bei dem völligen Trocknen der Pflanze übrig behalten, keineswegs den Steinen des Bodens entnommen, sondern als organische Substanz aus Bestandteilen der Luft und aus Wasser gebildet ist. Die Asche, die bei dem Verbrennen übrig bleibt, und die dasjenige ist, was die Pflanze bei ihrem Wachsen den Steinen des Bodens entzogen hat, macht prozentig nur einen ganz geringen Anteil an der Pflanzenmasse aus, welche heute auf den Feldern und Wiesen heranwächst. So entnimmt die Pflanze tatsächlich den Steinen des Bodens nur 2 bis 3, im Maximum 5 bis 6 % Mineralstoffe. Arbeiten wir noch mit Stalldung und künstlichem Dünger, so wird auch davon noch ein Teil der Mineralstoffe geliefert. Wasser, Kohlensäure und Stickstoff, die weitaus größte Menge des Pflanzenleibes, sind eben der Luft entnommen. Der Boden bleibt also nur nebenbei Nährstoffquelle, er wird uns heute zum Pflanzenstandort."

Die Erkenntnis dieser Tatsache ist von größter Bedeutung. Sie stellt unsere Lehre von der Pflanzenernährung zunächst auf eine neue Grundlage. Sie zwingt uns dazu, die Versorgung unserer Pflanzen

[1]) Gisevius, Der Boden als Betriebsmittel in der Landwirtschaft. Rektoratsrede 1918.

mit Nahrung aller Art, mit Stalldung, mit Gründung, mit Kunstdünger von einem ganz anderen Gesichtswinkel aus zu betrachten. In dieser Beleuchtung wird uns einerseits die Tätigkeit des Bodens, die Mobilmachung der wichtigen kleinen Nährstoffmengen des Bodens, die Steigerung seiner chemischen und bakteriologischen und die Regelung seines physikalischen Verhaltens doppelt wichtig, anderseits müssen wir uns sagen: entnimmt die Pflanze dem Boden so wenig Mineralstoffe, dann müssen wir um so mehr dafür sorgen, daß ihr das Wenige ausreichend und in der günstigsten Form geboten wird.

Die Frage, wie die Qualität der Ernteprodukte, die wertbestimmenden Eigenschaften unserer Kulturpflanzen, durch die Düngung beeinflußt werden kann, ist eine schon viel erörterte, unsere Kenntnisse aber über den sich meist von hervorragender Wichtigkeit erweisenden Einfluß der Düngung auf den Nährstoffgehalt der Pflanzen sind zur Zeit noch recht lückenhaft. Die agrikulturchemische Forschung hat sich damit schon lange und eingehend befaßt, aber die Ansichten gehen in der Literatur weit auseinander, und die gewonnenen Ergebnisse sind meist recht unsicher, zumal die Frage immer in Verbindung mit einem anderen Problem behandelt wurde, nämlich dem, ob es möglich sei, aus der Pflanzenanalyse Rückschlüsse auf die Düngebedürftigkeit des Bodens zu ziehen. In der Gießener Dissertation von H. Weitzel[1]) finden sich die wichtigsten Literaturstellen angeführt, auf die hiermit verwiesen sei.

Die Frage, welchen Einfluß die Düngung auf die Zusammensetzung der geernteten Pflanzen oder Pflanzenprodukte hat, ist ja auch nach mehr als einer Richtung hin von Interesse. Es ist naheliegend, bei Kulturpflanzen, die wir des Gehaltes an ganz bestimmten Stoffen wegen anbauen, diejenige Düngungsart anzuwenden, welche uns Ernten von möglichst günstiger Beschaffenheit des Rohmaterials liefert. So ist es wissenschaftlich und praktisch von größter Bedeutung zu wissen, wie wir den Proteingehalt der Gerste, die Glasigkeit der Körner, den Stärkegehalt der Kartoffeln, den Zuckergehalt der Rüben durch die Art ihrer Ernährung beeinflussen können. Wir wissen, daß starke Stickstoffdüngung den Proteingehalt der Gerste erhöht, den Zuckergehalt der Rüben herabsetzt, man behauptet, daß die Chloride der Kalisalze eine erhebliche Depression des prozentigen Stärkegehaltes bei Kartoffeln bewirken, bei kalibedürftigen Böden allerdings den Gesamtertrag an Knollen und Stärke erhöhen können.

[1]) H. Weitzel, Beiträge zu der Frage nach dem Einfluß der Düngung auf die prozentige Zusammensetzung der Erntemasse. 1917.

Bezüglich der Gerste hat Haase-Breslau[1]) die Gesetzmäßigkeit erkannt und zur Geltung gebracht, daß je niedriger der Eiweißgehalt, um so höher der Stärkegehalt des Gerstenkornes ist. Zwischen Gesamteiweiß einerseits und Stärke bzw. Extrakt anderseits bestehen nach ihm sichere Relationen, und zwar so scharf, daß bei Zunahme um 1 % Eiweiß der Stärke- bzw. Extraktgehalt der Gerste um 1 % sinkt. Bedingung sind natürlich gleich schwere, sortenreine und physiologisch einwandfreie Gersten. Wir bezeichnen diese Gesetzmäßigkeit als das Haasesche Gesetz. Wir wollen in der Brauerei vor allen Dingen Stärke haben, so viel Stärke wie möglich, so wenig Eiweiß wie möglich. Wie haben wir demzufolge zu düngen, damit die Gersten eiweißarm werden? Düngen wir sie mit reichlich Stickstoff, dann bekommen wir große Massen, die Kornerträge steigen, aber die Gerste wird auch eiweißreicher. Das wäre also ein Fehler. Wir können zwar mit Stickstoff düngen, aber nur wenn Phosphorsäure und Kali in reichem Maße im Boden vorhanden sind. Haase hat auch Anbauversuche durchgeführt und daraus ist hervorgegangen, daß ganz besonders wichtig zur Erzielung stärkereicher Gersten die Kalidüngung ist. Wir dürfen aber die Anforderungen bezüglich der Eiweißarmut bei Braugerste nicht übertreiben, denn zu eiweißarme Gersten keimen schlecht, oder, wie Dr. Bauer, der chemische Mitarbeiter von Haase, richtig sagt: die physiologische Kraft dieser Gersten ist zu schwach. Bei der Keimung kommt ja die Diastase, die sich entwickelt, in Betracht, und da der Diastasegehalt abhängt vom Stickstoffgehalt, so kann eine zu eiweißarme Gerste nicht genügend Diastase bilden.

Es ist also mit der auf Grund einer bestimmten Düngung erfolgten Änderung in der Quantität der Ernte auch eine solche bezüglich der qualitativ chemischen Zusammensetzung verbunden. Natürlich dürfen wir aus der Tatsache, daß mit Hilfe einer bestimmten Düngung eine doppelt so große Ernte erzielt worden ist, gegenüber ungedüngt, nun nicht schließen, daß in der doppelt großen Ernte nun auch die einzelnen Bestandteile der Pflanzensubstanz in doppelt so großer Menge gebildet worden sind. Es können da erhebliche Verschiebungen stattgefunden haben in der Art, daß z. B. ein wichtiger Stoff, etwa das Eiweiß, bei der doppelt großen Ernte einen geringeren Prozentsatz ausmacht als in der quantitativ geringeren Ernte, daß aber ein anderer Stoff, etwa das Fett, in beiden Ernten an der prozentualen Zusammensetzung gleichen Anteil nimmt, also in der verdoppelten Ernte in der doppelten

[1]) E. Haase, Beiträge zur Frage der objektiven Braugerstenbonitierung. Dissertation Gießen 1909.

Menge enthalten ist. Über die Größe solcher Schwankungen in der qualitativen Zusammensetzung der Pflanzen kann nur durch umfassende chemische Analysen, die in Verbindung mit Felddüngungsversuchen auszuführen sind, nach und nach ein Bild gewonnen werden. Sehr umfangreiche Untersuchungen auf diesem Gebiete finden wir in dem bekannten Werke von Dietrich und König[1]).

Es soll nun in folgendem untersucht werden, ob die Düngung einen Einfluß auf die wertbestimmenden Eigenschaften der Kartoffel auszuüben vermag; es soll lediglich die Qualität Berücksichtigung finden. Gerade bei der Kartoffel schwankt die Qualität in so weiten Grenzen, wie bei kaum einer anderen Pflanze, und gerade bei der Kartoffel stellen wir je nach dem Verwendungszweck sehr verschiedene Anforderungen an die chemische Zusammensetzung der Knollen und richten danach auch die Düngung ein.

Kartoffeln können außer zur Saat für drei Zwecke eingekauft werden:

1. Zur Verarbeitung auf Spiritus und Stärke, also als Rohmaterial für technische Gewerbe,
2. zur menschlichen Ernährung,
3. zur tierischen Ernährung.

Betrachten wir den ersten Punkt! Wir fordern von der Brennereikartoffel, daß sie auf der Flächeneinheit möglichst große Massen an Stärke liefert. Unser Interesse geht daher darauf hinaus, möglichst stärkereiche Kartoffeln zu gewinnen, um sie dann der Spiritusfabrikation zu unterziehen. Es handelt sich darum, die Verarbeitungskosten möglichst niedrig zu halten und die Gewinnung von konzentrierten, durch die Maischraumsteuer relativ am wenigsten betroffenen Maischen sicherzustellen. Für die Maischraumsteuer unserer Brennereien ist auch heute noch der Stärkegehalt der Kartoffeln höchst wichtig. Daß Brennkartoffeln außerdem keine ihre Verarbeitung erschwerenden besonderen Eigenschaften aufweisen dürfen, ist selbstverständlich. Ich greife hier nochmals auf die Braugerste zurück. Da sich die Enzyme aus dem Eiweiß bilden, so müßte eine Gerste um so mehr Enzyme produzieren, je eiweißreicher sie ist. Wäre diese Auffassung richtig, so müßten sich die eiweißreichen Gersten auf der Tenne und im Sudhaus am leichtesten verarbeiten. Die Erfahrung lehrt jedoch das Gegenteil. Die guten Eigenschaften der Gersten renommierter Pro-

[1]) Dietrich und König, Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel.

duktionsgebiete beruhen vorwiegend auf der Eiweißarmut und der rationellen Ernährung. Insbesondere verläuft das Wachstum der eiweißreichen Gersten beim Keimen auf der Tenne leicht „hitzig", was eine Verschlechterung der Qualität des Malzes und eine verringerte Extraktausbeute zur Folge hat. Es gilt daher im Durchschnitt das verallgemeinerte Haasesche Gesetz: „mit steigendem Eiweißgehalt fallen die Extraktausbeuten"[1]).

Für die Kartoffel fand Delbrück, daß die Möglichkeit der Enzymbildung von dem Eiweißgehalt der Knollen abhängt; es müssen daher die eiweißreichen Kartoffeln die enzymkräftigen sein, die leicht der Selbstverdauung unterliegen und stark atmen, ebenso wie eine eiweißreiche Hefe eine starke Gärkraft, aber im Hungerzustande auch ein starkes Selbstauflösungsvermögen besitzt, wie eine eiweißreiche Gerste auf der Tenne stärker arbeitet, schneller ihre Inhaltsstoffe abbaut und mehr veratmet. Delbrück führt also die leichte Zersetzlichkeit einzelner Kartoffelsorten auf ihre Fähigkeit der Enzymbildung und auf Enzymwirkung zurück und bezeichnet diese Eigenschaft mit „Hitzigkeit". Die „hitzige" Kartoffel ist die enzymreiche und darum in ihrem Innern schnelle und starke Umsetzungen vollführende. Sie neigt insbesondere zum Abbau der Stärke zu Zucker und des Eiweißes zu Aminosäuren und liefert dadurch reichlich Stoff zur Veratmung, und sie ist auch die stark atmende und daher in der Miete viel Wärme erzeugende Kartoffel. Die Hitzigkeit kann sich aber auch in starker Keimenergie zeigen, denn auch der Keimvorgang ist abhängig von der Arbeit der Enzyme. Die hitzige Kartoffel ist schlecht haltbar, weil sie zur Selbstverdauung neigt und dadurch empfindlich gegen Fäulnisbakterien ist. Auf die Hitzigkeit sind daher alle inneren Verhältnisse von Einfluß, die eine kräftige Enzymentwicklung begünstigen, d. h. die eiweißreiche, wasserreiche, zuckerreiche, stärkearme, unreife Kartoffel ist hitzig, die eiweißarme, wasserarme, zuckerarme, stärkereiche, reife Kartoffel ist „ruhig". (Die letzten Ausführungen sind den Mitteilungen von Hayduck[2]) entnommen.)

Was den Zuckergehalt der Kartoffeln betrifft, der ja nach einer neuen Mitteilung des Instituts für Gärungsgewerbe[2]) von 0 bis 5 % schwanken soll, so geht beim Dämpfen ein Teil verloren. Die Brennerei hat daher ein Interesse an einer

[1]) E. Haase, l. c. diese Arbeit Seite 5.

[2]) F. Hayduck, Aufgaben der chemischen Forschung auf dem Gebiete der Kartoffelkultur, -Lagerung und -Verwertung, auf Grund der Arbeiten des Instituts für Gärungsgewerbe dargestellt.

zuckerarmen Kartoffel. Was überhaupt die organischen Nichtstärkestoffe der Kartoffel betrifft, so wissen wir darüber noch sehr wenig, und liegt hier noch ein dankbares Arbeitsfeld offen. Alle Nichtstärkestoffe sind ja ein Ballast für die Brennerei, ähnlich wie für die Zuckerfabriken die Nichtzuckerstoffe der Rübe, Eiweiß und Salze, welche das Auskristallisieren des Zuckers aus den Säften verhindern. Man hat daher im Interesse der technischen Förderung der Zuckerfabrikation alles aufgeboten, die Hemmungsstoffe der Kristallisation kennenzulernen, um ihrer Wirkung Herr zu werden.

An die Stärkekartoffel werden ähnliche Anforderungen gestellt wie an die Brennkartoffel. Außerdem muß vom Stärkewert im Sinne des Chemikers ein möglichst großer Anteil auf wirkliche Stärke entfallen, da alle sonstigen bei der Analyse als „Stärke" mitbestimmten Kohlehydrate für die Stärkefabrik wertlos sind. Für die Stärkekartoffel ist daher die Abwesenheit von Zucker von noch weit höherer Bedeutung als bei der Brennereikartoffel, denn in der Stärkefabrik geht ja der gesamte im Kartoffelsaft gelöste Zucker mit den Waschwässern verloren.

Nach diesen Ausführungen werden wir uns nicht wundern, wenn wir hören, daß die Brenner mit Vorliebe solche Kartoffeln kaufen, die auf ungedüngtem Lande gewachsen sind, weil diese gewöhnlich proteinärmer und um so reicher an N-freien Stoffen (Stärke) sind. Düngen wir mit chlorhaltigen Kalisalzen, dann verträgt die Kartoffel diese Zugabe von Chlorsalzen nicht und wird stärkeärmer. Wir geben daher keine Rohsalze, sondern reine Kalisalze. Ebenso werden wir mit einer Stickstoffdüngung vorsichtig sein.

Bei der Speisekartoffel kommt es uns darauf an, je Flächeneinheit möglichst viel Zentner Knollen in Form guter Eßware zu ernten. Eine gute Speisekartoffel soll wohlschmeckend sein, zusammenhalten, nicht zu Mehl zerfallen. Das Verhalten der Kartoffel beim Kochen ist in erster Linie vom Verhältnis zwischen Eiweiß und Stärke abhängig. So sollen nach Remy[1]) Kartoffeln, welche auf 1 Teil wirkliches Eiweiß weniger als etwa 12 Teile Stärke enthalten, sich glasig kochen, Kartoffeln dagegen, welche auf 1 Teil Eiweiß mehr als 16 Teile Stärke enthalten, zum Absprengen der Rindenschicht und zu mehligem Zerfall beim Kochen neigen. Ein Verhältnis von 1 : 12 — 16 soll das beste Verhalten der Kartoffelsorten beim Kochen gewährleisten. Es werden sich also mäßig stärkereiche Knollen mit etwas

[1]) Th. Remy, Der Kartoffelbau 1909.

Eiweißgehalt am schönsten weichkochen und mehlig werden. Wir fordern also für Speisekartoffeln gegenüber der Fabrikkartoffel eine Erniedrigung des Stärkegehaltes, dagegen eine Erhöhung des Eiweißgehaltes. Die Düngung werden wir hier dementsprechend anders einrichten, Stickstoffdüngung zur Proteinsteigerung wird am Platze sein. Wir haben es also bis zu einem gewissen Grade in der Hand, das Verhältnis zwischen Eiweiß und Stärke auch durch die Düngung zu beeinflussen.

Bei der Zusammensetzung der Futterkartoffel endlich kommt es uns auf möglichst hohen Nährstoffgehalt, d. h. Gehalt an Stärke und Eiweiß je Hektar an. Gerade die Verwendung von Kartoffeln zu Futterzwecken wird in künftigen Zeiten weitgehendst zu fördern sein. Es können sehr große Mengen Kartoffeln mehr als seither an Schweine und Rinder verfüttert werden, sehr große Mengen auch an Pferde. Demgegenüber steht die Behauptung im Volke, daß bei Verfütterung ungedämpfter Kartoffeln, namentlich bei Pferden, Kolik vorkäme. Gewiß, das kommt vor, aber nur, sobald man die Kartoffeln ungewaschen verfüttert. Befreit man sie durch sorgfältiges Waschen vom Sand, dann bleiben die Kolikanfälle aus. Es wird also neben der Speise- und Brennereikartoffel die Futterkartoffel wieder ihre Bedeutung bekommen[1]). Allerdings geben die Kartoffeln wegen ihres hohen Wasser- und geringen Eiweißgehaltes (Rohfett kommt nur in verschwindend geringer Menge vor und ist als Wertbestandteil vollständig belanglos) kein vollständig naturgemäßes Futter ab, sondern beanspruchen einen Zusatz von Rauhfutter und eiweißreichen Futtermitteln wie Ölkuchen und Körnerfrüchten[2]). In neuerer Zeit werden zu diesem Zwecke mit gutem Erfolg Fisch- und Fleischfuttermehle sowie Blutmehle herangezogen, Futtermittel, welche sich durch einen sehr hohen Proteingehalt auszeichnen. Inwieweit es möglich sein wird, durch Züchtung und Düngung auf die Erzeugung einer „Eiweißkartoffel" hinzuarbeiten, um dann die Beigabe von Kraftfutter vermindern zu können, bleibt abzuwarten.

Entfernen wir aus der Kartoffel das Wasser so weit wie möglich, wie dies ja in den Trocknereien geschieht, dann bekommen wir in der Trockenkartoffel ein relativ nährstoffreicheres, haltbareres und versandfähigeres Produkt. Gerade während des Krieges ist die Zahl dieser Trockenanlagen durch Reichsunterstützung sehr stark gestiegen. Die Trockenkartoffel würde, wenn ich meine Versuchsergebnisse zugrunde

[1]) Gisevius—Derlitzki, Futterpflanzen.

[2]) Gisevius, Pflanzenbau.

lege, im Mittel etwa 80 % stickstofffreie Extraktstoffe, 8 % Rohprotein (im Maximum 11 %) und 5 bis 8 % Wasser enthalten. Durch die Trocknung ergibt sich eine weit ausgedehntere Verwendungsmöglichkeit der Kartoffeln sowohl für Fütterungs- und Nahrungs- als auch für technische Zwecke. Die ausgezeichnete Eignung der Trockenkartoffel für die Fütterung aller Vieharten hat sich durch eine Anzahl von einschlägigen Versuchen durchaus bestätigt.

Um Aufschluß zu bekommen über die Qualität der Kartoffel wurden folgende Eigenschaften zur Beurteilung herangezogen:

1. Trockensubstanz- bzw. Wassergehalt.
2. Stärkegehalt.
3. Rohfettgehalt.
4. Rohproteingehalt.
5. Rohfasergehalt.
6. Rohaschegehalt.
7. Gehalt an stickstofffreien Extraktstoffen.
8. Krankheiten.
9. Kochfähigkeit und Geschmack.

Für diese Bestimmungen wurde mir vom Landwirtschaftlichen Institut der Universität Gießen die Ernte eines permanenten Demonstrations-Düngungsversuches aus dem Jahre 1918 zur Verfügung gestellt. Derartige Versuche zeigen die pflanzenernährende wie die physikalische Wirkung der einzelnen Düngemittel sowie ihrer Kombinationen und sind als Studienobjekt von hohem Werte. Durch die Beobachtung der verschiedenen Versuchsparzellen lernt man das Leben und die Bedürfnisse unserer Kulturpflanzen und die Eigentümlichkeiten des Bodens in vortrefflicher Weise kennen. Von besonderer Wichtigkeit ist noch, daß man sieht, wie dieselben Pflanzen auf demselben Boden bei derselben Bearbeitung und Witterung gedeihen, wenn sie ohne Anwendung des fraglichen Düngemittels angebaut werden. Die im Laboratorium auszuführenden Analysen geben uns dann interessante Aufschlüsse über die Wirkung der Düngung auf die qualitative Zusammensetzung der geernteten Produkte.

Die Wirkung der Düngung wird immer auch eine Funktion des Bodens und der jeweiligen Witterung sein und deshalb in verschiedenen Bodenarten und Jahren verschieden ausfallen. Es lassen sich also die Ergebnisse, welche unter ganz bestimmten Verhältnissen gewonnen sind, nicht ohne weiteres auf andere Verhältnisse übertragen. Diese Einschränkung gilt selbstverständlich auch für die aus meinen Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse. Es ist deshalb dringend not-

wendig, die örtlichen, klimatischen und Bodenverhältnisse genügend zu berücksichtigen durch Anlage von derartigen Düngungsversuchen unter den verschiedensten Verhältnissen, und ebenso ist es im Interesse der Ausgestaltung der Düngerlehre dringend nötig, mit jedem Felddüngungsversuch möglichst viele analytische Untersuchungen der geernteten Kulturpflanzen zu verbinden. Es müssen so die Wirkungen der einzelnen Düngemittel unter gegebenen Verhältnissen geprüft, und durch Analysen ihr Einfluß auf die Qualität des Ernteproduktes festgestellt werden. Nur auf diese Weise können wir auf dem Gebiete des Qualitätsbaues nach und nach Klarheit schaffen.

# Allgemeiner Teil.

## Beschreibung des Düngungsversuches.

### 1. Klima, Lage und Bodenbeschaffenheit.

Der Gießener Dissertation von H. König[1]) entnehme ich hierüber folgende Angaben: Die Anlage der Versuchsfläche, die eine Länge von 195 m und eine Breite von 42 m, somit einen Flächeninhalt von 8190 qm hat, ist folgende: Die ganze Fläche ist in vier Längsstreifen eingeteilt, jeder dieser Längsstreifen wieder in vierzig Parzellen von je 50 qm Fläche. Der Versuch liegt unweit des Triebes auf dem linken Ufer der Lahn, etwa 165 m über dem Meeresspiegel und besitzt einen sandigen Lehmboden (diluviales Schwemmland) mit Kieselgerölle. Die Mitteltemperaturen werden durch folgende Zahlen wiedergegeben: Januar — 0,1°, April 7,9°, Juli 17,7°. Für Gießen muß man mit einer durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge von nur 550 mm rechnen. Auf Mai bis Juli entfallen etwa 30 v. H., auf Mai bis September etwa 50 v. H. der gesamten jährlichen Niederschlagsmenge. Die größte Niederschlagsmenge liegt in der Regel im Juli, das Minimum wechselt. Von Oktober 1917 bis September 1918 betrug sie 646 mm und zwar: im Oktober 123 mm, November 26 mm, Dezember 23 mm, Januar 79 mm, Februar 21 mm, März 18 mm, April 67 mm, Mai 25 mm, Juni 42 mm, Juli 80 mm, August 63 mm, September 79 mm.

[1]) Hugo König, Der Einfluß der Düngung auf die Eigenschaften des Haferkorns.

Die Versuchsfläche entspricht allen Anforderungen, die von einer solchen verlangt werden. Die Fläche neigt sich wohl ganz schwach nach Süden, doch können keine Fehler durch Auswaschen entstehen. Um von vornherein störende Randreihen zu vermeiden, hervorgerufen durch stärkere Belichtung der Randparzellen, sowie durch Beschädigung durch vorübergehende Personen und Hunde, wurde das ganze Feld mit einem Mantel versehen. Jede einzelne Parzelle ist außerdem noch von 0,5 m breiten Wegen umgeben.

### 2. Vorfrucht.

Die vier Längsstreifen werden abwechselnd bebaut mit Kartoffeln (Hackfrucht), Hafer (Sommerung), Erbsen (Stickstoffsammler, Untergrundserschließer), Roggen (Winterung). Man nennt diese Wirtschaftsform die Norfolker 4—5-Felder-, hier 4-Felderwirtschaft.

### 3. Bodenbearbeitung.

Sie entsprach der sonst üblichen. Die Vorbereitung muß bei der Kartoffel möglichst sorgfältig ausfallen, denn sie liebt lockeren Boden unter und über sich. Nach Aberntung des Roggens wurde das Feld am 26. Juli 1917 geschält, am 8. November 1917 gepflügt und über Winter in rauher Furche liegen gelassen. Am 20. April 1918 wurde das Feld gegrubbert, geeggt und markiert und war damit zur Saat vorbereitet.

### 4. Setzen der Kartoffeln.

Das Setzen der Kartoffeln erfolgte am 20. April 1918. Die Unterbringung erfolgte 8 bis 10 cm tief, der Abstand in der Reihe betrug 50 cm, die Reihenentfernung 60 cm. Zum Setzen gelangte die Industriekartoffel II. Absaat. Gisevius[1]) charakterisiert sie folgendermaßen:

Züchter: . . . . . Modrow,
Reifezeit: . . . . . späte,
Farbe der Blüte: . . . . . weiß-lila,
Farbe und Beschaffenheit der Schale: weißgelb, glatt,
Form der Knolle: . . . . . rund,
Augen: . . . . . tief,
Fleisch: . . . . . gelb,
Eignung: Im Westen als Daueressкartoffel geschätzt. Gute Futter-, mäßige Fabrikkartoffel[2]).

[1]) Gisevius, Arbeiten der Kartoffelversuchsstelle Gießen.
[2]) Nach Remy, Der Hackfruchtbau.

Die Saatmenge betrug 10 bis 12 Zentner je ¼ ha. Die Kartoffeln wurden fast nicht geschnitten.

Die Industriekartoffel zeichnete sich bei den Königsberger Anbauversuchen wie bei den Anbauversuchen der Berliner Kartoffel-Kulturstation durch sehr hohe Erträge aus. In Königsberg hatte sie auf leichtem Boden ohne Kunstdünger in zweiter Tracht nach Stalldung mit 143 Zentnern je Morgen unter allen Sorten den höchsten Ertrag gegeben[1]).

Bei Anbauversuchen auf dem Gießener Versuchsfeld 1905 stand die Industrie mit einem Knollenertrag von 185,59 Zentnern je ¼ ha an erster Stelle[2]).

## 5. Düngung der einzelnen Parzellen.

Wie schon erwähnt, ist die Versuchsfläche in vier Längsstreifen mit je 40 Parzellen eingeteilt. Die Düngung für die einzelnen Parzellen war folgende:

### a. Fehlerhafte einseitige Düngung.

1. Endlaugenkalk, 2. Gebrannter Kalk, 3. Präparierter Kalk (20 % CA O, 80 % Ca $CO_3$), 4. Gemahlener kohlensaurer Kalk, 5. Kainit, 6. 40%iges Kalisalz, 7. Magnesiakalk, 8. Knochenmehl Eins a (Scheidemandel), 9. Thomasschlacke, 10. Superphosphat, 11. —, 12. —, 13. Schwefelsaures Ammoniak, 14. Kalkstickstoff.

### b. Kunstdünger ohne Stalldung; ein Nährstoff fehlt.

| | | |
|---|---|---|
| 15. | — N + P + K + Ca | N als Ammoniak. |
| 16. | + N — P + K + Ca | P als Knochenmehl Eins a. |
| 17. | + N + P — K + Ca | K als Kainit. |
| 18. | + N + P + K — Ca | Ca als kohlensaurer Kalk. |
| 19. | + N + P + K + Ca | |

### c. Ungedüngt.

20. Ungedüngt.

### d. Organische Dünger.

21. Gründung.
22. Stalldung.

---

[1]) Gisevius, II. Jahresbericht über die Einrichtungen zur Förderung des Pflanzenbaues, sowie über die Sortenanbauversuche der Landwirtschaftskammer für die Provinz Westpreußen 1904.

[2]) Gisevius, Bericht über die Saatanbauversuche des Landwirtschaftlichen Instituts Gießen im Jahre 1904/05.

e. Stalldung (St) + Kunstdung (ein Nährstoff fehlt).

23. St + N + P + K — Ca N als Kalkstickstoff.
24. St + N + P — K + Ca P als Thomasschlacke.
25. St + N — P + K + Ca K als Kainit.
26. St — N + P + K + Ca Ca als gemahlener kohlensaurer Kalk.
27. St + N + P + K — Ca N als Ammoniak.
28. St + N + P — K + Ca P als Superphosphat.
29. St + N — P + K + Ca K als 40%iges Kali.
30. St — N + P + K + Ca Ca als präparierter Kalk.

f. Volldüngung.

31. N als ..... P als Thomasschlacke.
32. N als ..... K als Kainit.
33. N als Ammoniak Ca als Endlaugenkalk.
34. N als Kalkstickstoff.
35. St + Weidedüngdamit + K + Ca } P und N als Weidedüngdamit } K als 40%iges Kali
36. St + Weidedüngdamit — K + Ca }
37. St + N + P + K + Ca P als Knochenmehl } N als Ammoniak } Ca als präparierter Kalk.
38. St + N + P + K + Ca P als Superphosphat }
39. } Stalldung (d. organischer Dünger).
40. }

Parzelle 11 hatte früher Chilesalpeter, Parzelle 12 Norgesalpeter, ebenso hatte Parzelle 31 früher N als Chilesalpeter, Parzelle 32 N als Norgesalpeter. Parzelle 11 und 12 sind also jetzt ungedüngt, Parzelle 31 und 32 ohne N gedüngt.

An Düngermengen wurden verabreicht:

| | je Parzelle in Pfund | je 1/4 ha in Zentner |
|---|---|---|
| Endlaugenkalk | 8 | 4 |
| Ätzkalk | 8 | 4 |
| Präparierter Kalk | 12 | 6 |
| Kohlensaurer Kalk | 16 | 8 |
| Kainit | 6 | 3 |
| 40%iges Kalisalz | 2 | 1 |
| Magnesiakalk | 10 | 5 |
| Knochenmehl Eins a | 4 | 2 |
| Thomasmehl | 6 | 3 |
| Superphosphat | 4 | 2 |
| Schwefelsaures Ammoniak | 4 | 2 |
| Kalkstickstoff | 3 | 1,5 |
| Weidedüngdamit[1]) | 10 | 5 |
| Stallmist | 400 | 200 |

[1]) Weidedüngdamit ist ein von der Aktiengesellschaft für chemische Produkte, vormals H. Scheidemandel, auf den Markt gebrachter Hornmehldünger mit 10% N und 9% $P_2O_5$. Dieses Düngemittel soll besonders geeignet sein für Dauerweiden und wird auch für Hackfrüchte viel empfohlen.

Die Düngermengen der Volldüngungsparzellen bzw. der Minimumparzellen ergeben sich aus der Addition der oben angeführten Gaben.

Zeit der Verabreichung des Düngers:

Kunstdünger am 18. und 19. April 1918.

Stallmist wurde zuletzt gegeben 1916.

Parzelle 19 hat infolge Änderung des Planes erst am 4. Mai 1918 die Volldüngung erhalten. Parzelle 35 und 36 erhielten Weidedüngdamit Anfang Mai.

### 6. Pflege und Wachstumsverlauf.

Infolge Personalmangels durch die Kriegsverhältnisse stehen mir über den Wachstumsverlauf nur spärliche Aufzeichnungen zur Verfügung. Auf Parzelle 5 und 6 (einseitige Kalidüngung) erschienen die jungen Pflanzen erst einige Tage später und zeichneten sich während ihrer ganzen Wachstumszeit durch ein gelblich-grünes Aussehen der Blätter und Stengel aus, was auf eine sehr spärliche Ausbildung der Chlorophyllkörner schließen läßt. Die Stengel waren außerdem etwas verlängert. Also das typische Bild der Chlorvergiftung, wie Sjollema[1]) die Erscheinungen bezeichnet. Parzelle 13 und 14 (einseitige Stickstoffdüngung) zeichneten sich dagegen durch ein stark dunkelgrünes Aussehen ihres Laubes und durch ein besonders freudiges Wachstum aus.

Was die Pflege anbetrifft, so wurden die Kartoffeln am 31. Mai 1918 gehackt, am 14. Juni zum ersten Male gehäufelt, am 24. Juni zum zweiten Male.

Bezüglich der Witterung ist noch folgendes zu bemerken: Der Frühling war ziemlich warm und feucht. Kurz nach der Aussaat der Kartoffeln setzte bis Mitte Juli eine anhaltende Dürre ein, auf die dann naßkaltes Wetter folgte.

### 7. Ernte.

Die Ernte der Kartoffeln erfolgte am 9. und 10. Oktober 1918. An den gleichen Tagen wurde von jeder Parzelle eine gute Durchschnittsprobe von etwa 10 kg genommen.

[1]) Sjollema, Journal für Landwirtschaft 1899.

# Besonderer Teil.

## Beeinflussung der wertbestimmenden Eigenschaften der Kartoffel durch die Düngung.

Wie in der Einleitung bemerkt, soll der Gehalt der Kartoffeln an Wasser, Nährstoffen, Rohfaser und Asche, sowie Schorfbefall, Kochfähigkeit und Geschmack festgestellt werden, um Aufschluß über die Qualität zu bekommen.

### I. Trockensubstanz.

Von jeder Parzelle wurden zweimal je 500 gr der sorgfältigst gereinigten Knollen in möglichst dünne Scheiben geschnitten, die Scheiben an Drähten aufgereiht und in einem Trockenschrank bei 50 bis 60 ° C so lange getrocknet, bis die Schnitte zur Zerkleinerung mit der Schrotmühle hinreichend spröde waren. Von der so getrockneten gepulverten Substanz wurden zweimal je 5 gr im Soxhletschen Trockenschrank bei 105 bis 110 ° bis zur Gewichtskonstanz weiter getrocknet. Der ursprüngliche Wassergehalt ist daraus berechnet. Die zwei Proben von jeder Parzelle stimmten gut überein. Die Bestimmungen des Trockensubstanzgehaltes wurden unmittelbar nach der Ernte der Kartoffeln vorgenommen, so daß Wasserverluste durch Lagerung noch nicht erfolgen konnten. Die Ergebnisse sind folgende:

| | Trockensubstanz % | Wasser % | | Trockensubstanz % | Wasser % |
|---|---|---|---|---|---|
| Parzelle 1 | 22,1 | 77,9 | Parzelle 21 | 24,1 | 75,9 |
| " 2 | 22,8 | 77,2 | " 22 | 24,1 | 75,9 |
| " 3 | 23,1 | 76,9 | " 23 | 22,7 | 77,3 |
| " 4 | 22,7 | 77,3 | " 24 | 23,1 | 76,9 |
| " 5 | 19,3 | 80,7 | " 25 | 21,1 | 78,9 |
| " 6 | 18,7 | 81,3 | " 26 | 21,3 | 78,7 |
| " 7 | 25,1 | 74,9 | " 27 | 20,2 | 79,8 |
| " 8 | 24,8 | 75,2 | " 28 | 23,2 | 76,8 |
| " 9 | 25,8 | 74,2 | " 29 | 22,3 | 77,7 |
| " 10 | 24,1 | 75,9 | " 30 | 21,2 | 78,8 |
| " 11 | 23,6 | 76,4 | " 31 | 21,0 | 79,0 |
| " 13 | 21,7 | 78,3 | " 32 | 21,2 | 78,8 |
| " 14 | 24,6 | 75,4 | " 33 | 21,5 | 78,5 |
| " 15 | 20,4 | 79,6 | " 34 | 21,4 | 78,6 |
| " 16 | 21,5 | 78,5 | " 35 | 23,2 | 76,8 |
| " 17 | 22,2 | 77,8 | " 36 | 23,9 | 76,1 |
| " 18 | 21,4 | 78,6 | " 37 | 23,4 | 76,6 |
| " 19 | 20,3 | 79,7 | " 38 | 21,0 | 79,0 |

Das Ergebnis der Parzelle 11 stellt das Mittel aus den Parzellen 11, 12 und 20 dar, das der Parzelle 22 das Mittel von Parzelle 22 und 39.

Der Trockensubstanzgehalt der Kartoffel schwankt innerhalb weiter Grenzen, nach Remy[1]) von 14 bis 30 %, nach Hayduck[2]) von 15 bis 36 %. Von den die Trockensubstanzproduktion beeinflussenden Faktoren interessiert uns hier nur die Düngung. In Dietrichs und Königs „Futtermittel" finden wir unter der Rubrik: Kartoffeln unter dem Einfluß der Düngung zahlreiche Analysen angeführt, auf die hiermit verwiesen sei; der niedrigste Trockensubstanzgehalt von 15,34 % wurde dort erreicht durch die Düngung mit rohem Torf, der höchste von 33 % durch ungedüngt.

Nach Hayduck hängen die Schwankungen der Trockensubstanz im wesentlichen vom Stärkegehalt ab; ist dieser hoch, so ist es auch der Trockengehalt und umgekehrt. Man könnte sich die Entstehung dieser Tatsache so vorstellen, daß in ein gegebenes Zellengerüst, zu dessen Bildung eine bestimmte Menge Zellstoff, Salze, Stickstoffkörper usw. erforderlich ist, je nach den Vegetationsbedingungen wechselnde Mengen Stärkekörner eingelagert werden. Dementsprechend pflege die an Trockensubstanz bzw. an Stärke reiche Kartoffel arm an anderen Stoffen zu sein und umgekehrt. Dabei sei es selbstverständlich, daß auch die Nichtstärkestoffe in der Kartoffel Schwankungen unterliegen können.

Ob die Behauptung zutrifft, daß die an Trockensubstanz bzw. an Stärke reiche Kartoffel arm an anderen Stoffen zu sein pflegt, wird später erörtert werden. Unser Bestreben geht natürlich darauf hinaus, eine Kartoffel mit hohem Trockensubstanz-, also einem geringen Wassergehalt zu produzieren, denn der Wassergehalt ist ja für die Ernährung von Mensch und Tier wertlos, erschwert und verteuert den Transport und beeinflußt die Haltbarkeit der Kartoffel sehr ungünstig. Gelingt es uns, durch die Düngung eine wasserärmere Kartoffel zu erzeugen, so werden wir dies dankbar begrüßen. Betrachten wir deshalb, wie bei meinem Versuche die Düngung in dieser Hinsicht gewirkt hat.

Wir wenden uns zunächst der fehlerhaften einseitigen Düngung zu. Dabei dürfen wir nicht übersehen, daß nach sog. partiellen Düngungen, besonders bei jahrelanger Durchführung eines derartigen Versuches, einseitige Veränderungen des Nährstoffgehaltes der Pflanzen eintreten werden, und darf dieser Gesichtspunkt auch bei der Beurteilung meiner Ergebnisse nicht außer Betracht gelassen

[1]) Remy, Der Kartoffelbau.

[2]) F. Hayduck, l. c diese Arbeit Seite 7.

werden. Düngen wir einseitig, dann wird der Boden durch die jeweilige Ernte stark in bezug auf die nicht ersetzten Nährstoffe in Anspruch genommen. Düngen wir einseitig mit Kali, dann wird der Boden erschöpft an Phosphorsäure und Kalk. Wir wissen ja schon lange, daß durch die Anwendung der Kaliumverbindungen der Boden ständig an Kalk verarmt, daß wir den Kalkgehalt des Bodens sorgfältig überwachen müssen und daß die Kalkdüngung ein unbedingtes Erfordernis für die rationelle Anwendung der Kalisalze auf schwerem Boden ist. Kalidünger wirken nur bei Kalkvorrat im Boden. Bei einseitiger Phosphatdüngung wird umgekehrt der Boden stark an Kali beansprucht. Da nun bei unserem Versuche die einseitige Düngung schon eine Reihe von Jahren gegeben wird, so dürfen wir mit einer beträchtlichen Erschöpfung des Bodens an den nicht ersetzten Nährstoffen rechnen. Bodenanalysen von den betreffenden Parzellen müßten uns darüber Aufschluß geben, was einer späteren Arbeit vorbehalten bleibt.

Bei unserem Versuche wurde der prozentige Trockensubstanzgehalt der Kartoffeln durch die einseitige Düngung gegenüber ungedüngt folgendermaßen verändert:

| | Trockensubstanz |
|---|---|
| 1. durch die Kalidüngung: | |
| Kainit | — 4,3 % |
| 40 % Kalisalz | — 4,9 „ |
| 2. durch die Stickstoffdüngung: | |
| Schwefelsaures Ammoniak | — 1,9 „ |
| Kalkstickstoff | + 1,0 „ |
| 3. durch die Phosphorsäuredüngung: | |
| Knochenmehl Eins a | + 1,2 „ |
| Thomasschlacke | + 2,2 „ |
| Superphosphat | + 0,5 „ |
| 4. durch die Kalkdüngung: | |
| Endlaugenkalk | — 1,5 „ |
| Gebrannter Kalk | — 0,8 „ |
| Präparierter Kalk | — 0,5 „ |
| Gemahlener kohlensaurer Kalk | — 0,9 „ |
| Magnesiakalk | + 1,5 „ |

Einseitige Kalidüngung hat auf die Produktion von Trockensubstanz am schlechtesten gewirkt und den prozentigen Gehalt derselben sehr erheblich deprimiert. Setzen wir den prozentigen Gehalt der Kartoffeln an Trockensubstanz, der nach ungedüngt erhalten wurde, gleich 100, dann hat die Düngung mit Kainit und 40%igem Kalisalz 82 und 79 ergeben.

Bei einem Düngungsversuch von E. B. Vorhees[1]) hat Kaliumsulfat die Trockensubstanz bei Kartoffeln vermindert um 3,1 %, Kainit um 11,8 %, die Wirkung des Chlorkaliums liegt in der Mitte.

Über die Kalidüngung unserer Kulturpflanzen, insbesondere des Kainits und 40%igen Kalisalzes, liegen unzählige Gefäß- und Felddüngungsversuche vor, deren Ergebnisse vielfach unklar sind und sich widersprechen. Veranlassung zu diesen Versuchen gaben die Erfahrungen, welche in der landwirtschaftlichen Praxis durch die Düngung mit Staßfurter Kalisalzen bei Kartoffeln gemacht wurden, denn es hat sich herausgestellt, daß der Stärke- und damit auch der Trockensubstanzgehalt der Kartoffeln durch die Düngung mit den verschiedenen Staßfurter Salzen in verschiedener Weise herabgedrückt wird. Ebenso stellte man ein Herabdrücken des Zuckergehaltes bei den Rüben und der Verbrennlichkeit beim Tabak bei Düngung mit verschiedenen Kalisalzen fest. Man suchte Klarheit darüber zu erlangen, welcher Bestandteil bzw. welche Bestandteile der Kalisalze diesen schädlichen Einfluß bewirkten. Über die wichtigsten zur Lösung dieser Frage ausgeführten Versuche, sowie über die Ansichten der Autoren wird im folgenden Kapitel bei der Besprechung der Beeinflussung des Stärkegehaltes durch die Düngung berichtet werden. Nach A. Mayer[2]) steht es heute nach hundertfältigen vergleichenden Versuchen über allen Zweifel erhaben fest, daß die Kartoffel eine gegen Chlor ausnehmend empfindliche Pflanze ist, während die modernen Zuchten von hochprozentigen Zuckerrüben allerdings in dieser Beziehung ziemlich unempfindlich geworden sind. Wurde mit ausnehmend starken Gaben von Kali gedüngt, so konnten die Pflanzen die Düngung um so weniger vertragen, je mehr Chlor in den Kalisalzen enthalten war. Die weitaus stärkste Düngung konnten die Pflanzen vertragen, wenn das Kali in Form von reinem oder schwefelsaurem Kali gegeben war; 96%iges schwefelsaures Kali enthält nur 0,9 % Chlorsalze. Die große Empfindlichkeit der Kartoffel gegen Chlor geht deutlich aus einem von Wagner[3]) angestellten Versuche hervor, bei welchem der Stickstoff in Form von Chlorammonium und das Kali als Chlorkalium gegeben wurde. Die Kartoffelpflanzen wurden tatsächlich nach dieser Düngung krank. Das Laub färbte sich gelb und kräuselte sich. Erst sehr allmählich erholten sich die Pflanzen, lieferten aber im Mittel aller mit Kali gedüngten Versuche nur 12,7 gr Trockensubstanz, während das schwefelsaure Kali 117,4 gr ergeben hatte.

[1]) E. B. Vorhees, Chem. Ztg. 1891, 176.

[2]) A. Mayer, Resultate der Agrikulturchemie. Heidelberg 1903.

[3]) Versuche über die Kalidüngung der Kulturpflanzen. Arbeiten d. D. L. G. Heft 96.

Alle Kalisalze enthalten das Kali in Form von Chlorkalium. Sie enthalten außerdem noch große Mengen von sogenannten Nebensalzen, die zum größten Teil aus Chlornatrium bestehen. Es kommt also einerseits das an Kali, anderseits das an die Nebensalze gebundene Chlor als schädliches Prinzip in Frage. Da sämtliche Kalisalze das Kali in Form von Chlorkalium enthalten, so entspricht bei allen Salzen die Kaliwirkung der Wirkung des Chlorkaliums. Über die Wirkung der Nebensalze, speziell über die Wirkung des Kochsalzes auf die einzelnen Kulturpflanzen sind zahlreiche Versuche ausgeführt worden, die zeigen, daß die Kartoffel gegen Kochsalzgaben, besonders gegen höhere, sehr empfindlich ist. Auch diese Fragen werden bei der Besprechung des Stärkegehaltes näher erörtert werden. Von Interesse ist, daß die Kartoffelpflanzen, selbst bei einer starken Chlornatriumdüngung, wie sie im Kainit geboten wird, nicht mehr als einige Zehntel Gramm Natrium aufnehmen können, daß dagegen der Chlorgehalt, besonders der des Kartoffelkrautes, nach der Düngung mit Chlorkalium und Kainit außerordentlich gesteigert worden ist. Die Kartoffel nimmt also große Mengen von Chlor auf, obgleich dieser Stoff so überaus nachteilig auf sie wirkt.

Auffallend ist, daß bei meinem Versuche das 40%ige Salz noch schlechter gewirkt hat als der Kainit, während doch das Gegenteil hätte eintreten sollen. In dem 40%igen Kalisalz ist doch der wahrscheinlich die Schädigung verursachende Chlornatriumgehalt beträchtlich herabgesetzt, so daß man es als frei von den schädlichen Nebenwirkungen des Kainits und der anderen gemahlenen Kalirohsalze betrachtet. Doch beträgt sein Chlornatriumgehalt immerhin noch 20 % gegen 35 % im Kainit[1]).

Wagner[2]) kommt auf Grund zahlreicher Gefäßversuche zu dem Ergebnis: „Durch die Düngung mit Kalisalzen sind die Kartoffeln am meisten in ihrem Gehalt an Trockensubstanz beeinflußt worden. War der Boden, auf dem die Pflanzen wuchsen, sehr arm an Kali, so wurde der Trockensubstanzgehalt der Kartoffeln durch die Kalidüngung erhöht; war der Boden mit Kali gesättigt, so übte eine geringe Kalisalzdüngung keinen Einfluß auf den Gehalt aus, eine starke Düngung aber verminderte den Gehalt an Trockensubstanz, und zwar um so mehr, je reicher das Kalisalz an Chlorverbindungen war."

In der gleichen Arbeit berichtet Wagner folgendes als Ergebnis zahlreicher Felddüngungsversuche: „Den Trockensubstanzgehalt

[1]) Nach Giesevius—Droysen, Ackerbaulehre.

[2]) Arbeiten der D. L. G. Heft 96.

der Kartoffeln hat die Düngung mit chlornatriumreichen Kalisalzen etwas herabgedrückt. Setzt man den prozentigen Gehalt der Kartoffeln an Trockensubstanz, der nach kalifreier Düngung erreicht wurde, gleich 100, so hat die Düngung mit 40%igem Salz 97, mit Kainit 98 ergeben."

Die stark deprimierende Wirkung der einseitigen Kalidüngung auf den Trockensubstanzgehalt der Kartoffeln bei meinem Versuche ist leicht zu erklären. Es fehlen den Pflanzen vor allen Dingen Stickstoff und Phosphorsäure, die zu ihrer normalen Entwicklung unbedingt notwendig sind. Von großer Bedeutung ist ferner das Fehlen des Kalkes. Die Kalisalze erleiden ja im Boden Zersetzungen in der Weise, daß freie Salzsäure bzw. Schwefelsäure gebildet wird, und diese Verbindungen wirken, falls sie im Boden nicht Stoffe finden, mit denen sie chemische Verbindungen eingehen können, als Pflanzenschädlinge. Ein solcher Bindungsstoff für Säuren ist vorzugsweise der kohlensaure Kalk. Eine weitere wichtige Aufgabe des Kalkes bei Verwendung chlorhaltiger Kalisalze besteht darin, das Chlor, welchem allein die depressiven Wirkungen auf den Stärke- und Trockensubstanzgehalt der Kartoffeln zuzuschreiben sind, aus den Kalisalzen an sich zu reißen; es bildet sich dann Chlorkalzium, ein Körper, der überaus leicht löslich im Wasser ist und für den die Absorptionskraft der Ackererden äußerst gering ist, so daß er leicht in den Untergrund hinabsinkt, während das Kali von der Ackerkrume absorbiert wird. Daher ist aus diesen Gründen und wegen der vorher besprochenen Bildung freier Säuren Grundbedingung für jede Kalidüngung mit Salzen, die Chlor enthalten, ein reichlicher Vorrat des zu düngenden Bodens an leicht zersetzbaren Kalkverbindungen. Diese Voraussetzungen sind bei meinem Versuche nicht gegeben, das Chlor und die Säuren können nicht gebunden werden, und darauf dürfte wohl die schlechte Wirkung der einseitigen Kalidüngung zurückzuführen sein.

Wir kommen nun zur Wirkung der einseitigen Stickstoffdüngung. Sie hat bei meinem Versuche verschieden gewirkt, indem schwefelsaures Ammoniak den Trockensubstanzgehalt um 1,9 % erniedrigte, Kalkstickstoff denselben um 1 % erhöhte. Die Wirkungszahlen sind 92 und 104. Es sind dies beträchtliche Unterschiede. Suchen wir nach einer Erklärung, dann müssen wir uns der chemischen Zusammensetzung der beiden Düngemittel und der Umwandlung erinnern, die sie im Boden erleiden.

Kalkstickstoff ist bekanntlich ein Gemisch von Kalziumcyanamid und Kalziumoxyd (ungefähr 56 %). Seine Umsetzung im

Boden soll folgendermaßen verlaufen: Durch die infolge der Verwesung organischer Substanz im Boden entstehende Kohlensäure wird der sowohl an das Cyanamid gebundene Kalk, wie der noch vorhandene Ätzkalk in kohlensauren Kalk übergeführt; es ist also dann im Boden vorhanden $CaCO_3$ und $CNNH_2$. Dieses Cyanamid wird durch Bakterien übergeführt in Ammoniumkarbonat, wobei als Zwischenprodukt Harnstoff angenommen wird. Das Ammoniumkarbonat wird durch nitrifizierende Bakterien übergeführt in Salpeter, es ist aber auch möglich, daß von der Kartoffelpflanze es direkt aufgenommen wird.

Das schwefelsaure Ammoniak wird im Boden umgewandelt in Nitrate. Die dabei frei werdende Schwefelsäure könnte z. B. an Eisen gebunden werden, welche Verbindung auf die Pflanzen bekanntlich sehr schädlich wirkt. Nach Neye[1]) wird schwefelsaures Ammoniak von der Kartoffel besonders gut verwertet, da das Ammoniaksalz von ihr direkt, ohne vorherige Umwandlung in Salpeter, aufgenommen werden kann.

Über die Wirkung verschiedener stickstoffhaltiger Düngemittel auf den Trockensubstanzgehalt der Kartoffeln liegen zahlreiche Feldversuche vor[2]). Es ist danach der Gehalt der Kartoffeln an Trockensubstanz durch die Stickstoffdüngung so gut wie gar nicht beeinflußt worden und selbst unter dem Einfluß der stärksten Stickstoffdüngung nicht gesunken.

Einseitige Phosphorsäuredüngung hat den Gehalt an Trockensubstanz durchweg erhöht und zwar beträgt die Erhöhung für Knochenmehl 1 a 1,2 %, für Thomasschlacke 2,2 %, für Superphosphat 0,5 %. Die Thomasschlacke hat mit einer Erhöhung von 2,2 % die beste Wirkung aufzuweisen, und die damit gedüngten Kartoffeln erreichen mit 25,8 % den höchsten Trockensubstanzgehalt. Superphosphat steht an letzter Stelle.

Superphosphat, aus einem Gemisch von Monokalziumphosphat und Gips bestehend, enthält die Phosphorsäure in wasserlöslicher Form, die, so weit sie in dieser Form im Boden verbleibt, direkt von den Pflanzenwurzeln aufgenommemn werden kann; hinsichtlich der Schnelligkeit der Wirkung steht das Superphosphat von allen phosphorsäurehaltigen Düngemitteln obenan. Die wasserlösliche Phosphorsäure des Superphosphats unterliegt aber auch am leichtesten dem Schicksal des Unlöslichwerdens durch die Bestandteile des Bodens. Dies tritt vor allem ein auf Böden, welche reich sind an Eisen und Tonerde und besonders dann, wenn sie geringe Mengen von kohlen-

[1]) Neye, Pflanzenbaulehre.

[2]) Berichte über Landwirtschaft, Heft 40.

saurem Kalk aufweisen. Diese Möglichkeit besteht bei meinem Versuche, und die ungünstige Wirkung des Superphosphats, die uns noch mehr begegnen wird, könnte so erklärt werden. Enthält der Boden genügende Mengen von kohlensaurem Kalk, dann bildet sich Dikalziumphosphat, welches in sehr feiner Form niedergeschlagen wird und auf lange Zeit eine gute Wirksamkeit behält.

Die Phosphorsäure des Thomasmehls, welches nach Mitteilung Schneidewinds[1]) der Hauptmenge nach ein Tetrakalziumphosphat darstellt, ist nicht wasserlöslich, wohl aber schon in ganz verdünnten, schwachen Säuren. Thomasmehl behält längere Zeit seine Wirksamkeit im Boden bei und wird deshalb vielfach für die Anreicherung sehr phosphorsäurearmer Böden benutzt. Von ganz besonderer Wichtigkeit ist der Kalkgehalt des Thomasmehls, der, soweit er nicht in Form von Ätzkalk und leicht löslichem phosphorsaurem Kalk, als stark basischer, leicht löslicher kieselsaurer Kalk vorhanden ist, in welcher letzteren Form der Kalk eine ausgezeichnete Wirkung zeigt. Wir führen also dem Boden durch das Thomasmehl nicht nur Phosphorsäure zu, sondern auch eine nicht unerhebliche Menge von gut wirksamem Kalk. Zu der günstigen Wirkung der Phosphorsäure im Thomasmehl trägt der Kalk sicher erheblich bei. Eine der wichtigsten Aufgaben, welche der Kalk außer der Neutralisation saurer Verbindungen zu erfüllen hat, ist die Absorption der löslichen Phosphorsäure, die Erhaltung derselben in einem Zustande möglichst langer Wirksamkeit und die Verhütung der Bildung schwer löslicher Eisen- und Tonerdephosphate. Bestätigende Untersuchungen über die Erhaltung der Wirksamkeit der Phosphorsäure im Boden bei genügendem Kalkgehalte liegen vor von Schneidewind[2]) und Wohltmann[3]). Orth-Berlin[4]) hat darauf hingewiesen, daß auf kalkarmen Böden die Phosphorsäure sich allmählich in tiefere Schichten zu bewegen beginnt und dort Verbindungen mit Eisen und Tonerde eingeht.

Einseitige Kalkdüngung, mit Ausnahme von Magnesiakalk, erniedrigte den Trockensubstanzgehalt, und zwar am stärksten Endlaugenkalk mit 1,5 %; ihm folgen gemahlener kohlen-

[1]) Schneidewind, Die Ernährung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. 1915.

[2]) Schneidewind, Landw. Jahrbücher 1910 und Arbeiten der Versuchsstation Halle III.

[3]) Wohltmann, Journal für Landwirtschaft 1904.

[4]) Orth, Anleitung zur Anwendung von Kalk und Mergel.

saurer Kalk mit 0,9 %, gebrannter Kalk mit 0,8 % und präparierter Kalk mit 0,5 %. Die mit Magnesiakalk gedüngten Kartoffeln haben mit 25,1 % den zweithöchsten Trockensubstanzgehalt. Wir werden diese Steigerung wohl dem Magnesiagehalte des Kalkes zuschreiben dürfen. Prof. Loew behauptet ja, daß die Pflanzen am besten bei einem ganz bestimmten Verhältnis zwischen Kalk und Magnesia gedeihen, und er nennt dieses Verhältnis den Kalkmagnesiafaktor. Auf das Für und Wider dieser Frage näher einzugehen, würde zu weit führen. Nach Gisevius[1]) ist die Frage des Kalkmagnesiafaktors heute mit so wesentlichen Gründen als wichtig gestützt, daß man an ihr nicht so ohne weiteres vorübergehen darf; ebenso kommt die Frage der Verbindungsformen für Kalk wie für Magnesia so stark in Betracht, daß sie gleichfalls hereingezogen werden muß. Auffallend ist bei meinem Versuche die trockensubstanzerniedrigende Wirkung des Endlaugenkalkes insofern, als er doch einen gewissen Magnesiagehalt besitzt. Vielleicht ist das darauf zurückzuführen, daß der Endlaugenkalk noch Chlorkalzium enthält, das auf das Pflanzenwachstum eher schädlich als nützlich wirkt. Und besonders empfindlich gegen Chlorsalze ist ja gerade die Kartoffel. Vielleicht erklärt sich dadurch die besprochene Erniedrigung des Trockensubstanzgehaltes, vielleicht spielen auch noch die Verbindungsformen eine Rolle.

Über die Aufgaben, welche der Kalk in der Pflanze zu erfüllen hat, gehen die Ansichten der einzelnen Forscher recht weit auseinander. Eine Zusammenstellung derselben liegt vor von D. Meyer[2]), auf die hiermit verwiesen sei. Nach A. Mayer[3]) kann man die Kalkdünger in zwei Gruppen scheiden, welche sich etwa zueinander verhalten wie Superphosphat zu Thomasschlacke, d. h. eine weniger lösliche Form, infolge wovon dann mehr gegeben werden muß, und dann eine sehr aktive Form, in welchem Falle kleinere Mengen ausreichen. Im ersteren Falle ist der Kalk als kohlensaures Salz vorhanden. Dieses ist bekanntlich schwer löslich und kann nur mit Hilfe von freier Kohlensäure oder von sauren Säften der Pflanzenwurzeln oder von sauren Bestandteilen des Bodens selbst in Auflösung gebracht werden. Die andere Gruppe von Kalkdüngern enthält den Kalk als Ca O. Ich kann eine bessere Wirkung des gebrannten Kalkes auf die Qualität

[1]) Gisevius, Bericht über einen Versuch mit Endlaugenkalk und anderen Düngekalken, 1918 in der Akademischen Versuchswirtschaft des Landw. Univers.-Institutes Gießen ausgeführt.

[2]) D. Meyer, Die Kalk- und Magnesiadüngung.

[3]) A. Mayer, Resultate der Agrikulturchemie.

des Ernteproduktes nicht feststellen, quantitativ hat der gebrannte Kalk allerdings erheblich besser abgeschnitten.

Einseitige organische Düngung (Gründung und Stalldung) hat den prozentigen Trockensubstanzgehalt gegenüber ungedüngt um 0,5 % erhöht. Da die Kartoffel ein starkes Nährstoff- und Düngerbedürfnis hat und zur Ausbreitung der unterirdischen Ausläufer ein möglichst lockeres Erdreich verlangt, so gibt es auch nur wenige Früchte, die so dankbar für eine Stallmistdüngung sich erweisen wie die Kartoffel. Der Stallmist ist um so wertvoller, je schwerer und fester der Boden von Natur ist und je weniger er zersetzt war. Bei der langen Wachstumszeit der Kartoffel und der gründlichen Bearbeitung des Landes hat er Gelegenheit genug, sich zu zersetzen und seinen Nährstoffgehalt an die Kartoffel abzugeben. Wir führen der Kartoffel in Form von Stalldünger das Kali am zweckmäßigsten und in leicht aufnehmbarer Form zu. Auf leichtem Boden, besonders wenn er zu trocken ist, machen sich starke Stallmistgaben nicht bezahlt, und ist hier statt dessen die Gründüngung bei weitem vorzuziehen.

Betrachten wir nun, wie die Kunstdüngung ohne Stalldung gewirkt hat. Hier macht sich auf allen Parzellen eine Depression des Trockensubstanzgehaltes der Kartoffeln bemerkbar, und es erreicht die Parzelle mit Vollkunstdüngung den niedrigsten Wert von 20,3 %. Vielleicht ist die verspätete Düngung derselben die Ursache. Ihr gleich steht die Parzelle mit fehlendem Stickstoff. Den höchsten Wert erreicht die Parzelle ohne Kali mit 22,2 %. Eine mittlere Stellung nehmen die Parzellen ohne Phosphorsäure und Kalk ein.

Von größerer Bedeutung, insbesondere auch für die landwirtschaftliche Praxis, ist die Kenntnis, wie Volldüngung (Stalldung und Kunstdung) und das Fehlen eines der vier Nährstoffe bei Volldüngung den Trockensubstanzgehalt bei Kartoffeln beeinflußt. Eine genau vergleichbare Volldüngungsparzelle für die Parzellen 23 bis 26 ist nicht vorhanden, doch können wir sehr wohl ohne Bedenken Parzelle 34 dafür heranziehen, die sich nur in der Form des Kalkdüngers unterscheidet. Die Volldüngungsparzelle für 27 bis 30 ist Parzelle 38. Auch hier haben die Volldüngungsparzellen niedrige Werte, desgleichen macht sich auch hier das Fehlen des Stickstoffs (Parzelle 26, 30, 31 und 32) in einer Depression, und das Fehlen des Kalis in einer Erhöhung des Trockensubstanzgehaltes bemerkbar (Parzelle 24, 28 und 36). Die Parzellen ohne Kali haben auch hier den höchsten Trockensubstanzgehalt und beträgt die Erhöhung gegenüber Volldüngung 1,7 % für Parzelle 24, 2,2 % für Parzelle 28. Betrachten wir endlich noch Par-

zelle 35 und 36, so hat auch hier das Fehlen des Kalis auf Parzelle 36 einen um 0,7 % höheren Gehalt an Trockensubstanz zur Folge.

Nach den vorliegenden Ergebnissen dürfen wir wohl sagen:

„Die Kalidüngung wirkt infolge ihres Gehaltes an chlorhaltigen Nebensalzen ungünstig auf den Trockensubstanzgehalt der Kartoffel. Dies wird uns einerseits bestätigt durch die bedeutende Depression des Trockensubstanzgehaltes bei einseitiger Kalidüngung (Parzelle 5 und 6), anderseits durch die Erhöhung desselben auf allen Parzellen, auf denen Kali fehlt (Parzelle 17, 24, 28, 36). Das Fehlen des Stickstoffs macht sich auf allen in Betracht kommenden Parzellen (15, 26, 30, 31, 32) durch eine Depression des Trockensubstanzgehaltes bemerkbar. Über den Einfluß des Fehlens von Phosphorsäure und Kalk auf den prozentigen Trockensubstanzgehalt der Kartoffel läßt sich nichts sagen, da die Zahlen abweichen."

Neben der prozentigen Trockensubstanzproduktion interessiert mich natürlich in hohem Grade auch die absolute. Ich möchte gerne wissen, wieviel Kilogramm Trockensubstanz ich von den einzelnen Parzellen geerntet habe. Obgleich die Besprechung der Quantitätsergebnisse nicht Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist, seien doch die Erträge der Vollständigkeit halber hier angeführt, natürlich ohne nähere Erörterung. Es wurden je ¼ ha geerntet von:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parzelle | 1 | 967,0 kg | Trockensubstanz | Parzelle | 21 | 1530,5 kg | Trockensubstanz |
| " | 2 | 883,5 " | " | " | 22 | 1326,3 " | " |
| " | 3 | 843,0 " | " | " | 23 | 1844,5 " | " |
| " | 4 | 777,5 " | " | " | 24 | 1929,0 " | " |
| " | 5 | 738,0 " | " | " | 25 | 1825,0 " | " |
| " | 6 | 720,0 " | " | " | 26 | 1645,5 " | " |
| " | 7 | 1016,5 " | " | " | 27 | 1793,0 " | " |
| " | 8 | 998,0 " | " | " | 28 | 1833,0 " | " |
| " | 9 | 903,0 " | " | " | 29 | 2074,0 " | " |
| " | 10 | 1072,5 " | " | " | 30 | 1531,0 " | " |
| " | 11 | 1146,8 " | " | " | 31 | 1517,5 " | " |
| " | 13 | 1486,5 " | " | " | 32 | 1357,0 " | " |
| " | 14 | 1691,5 " | " | " | 33 | 1774,0 " | " |
| " | 15 | 1193,5 " | " | " | 34 | 1589,0 " | " |
| " | 16 | 1768,5 " | " | " | 35 | 2036,0 " | " |
| " | 17 | 1537,5 " | " | " | 36 | 2211,0 " | " |
| " | 18 | 1797,5 " | " | " | 37 | 1462,5 " | " |
| " | 19 | 1416,0 " | " | " | 38 | 1522,5 " | " |

Die einseitig mit Kainit und 40%igem Kalisalz gedüngten Parzellen haben den geringsten Ertrag an Trockensubstanz zu verzeichnen. Von den Kalkdüngemitteln hat Magnesiakalk am besten abgeschnitten, an zweiter Stelle steht der Endlaugenkalk. Ausgezeichnet gewirkt hat einseitige Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak, noch besser die mit Kalkstickstoff. Den höchsten Ertrag an Trockensubstanz ergab Parzelle 36 (Volldüngung—K).

Da die Trockensubstanz ja in der Hauptsache aus Stärke besteht, so wird die Besprechung der Beeinflussung des Stärkegehaltes durch die Düngung sehr oft eine Ergänzung und Erweiterung zu dem vorstehend Gesagten bieten.

## II. Stärke.

Die Feststellung des Stärkegehaltes der Knollen erfolgte mit der bekannten „Reimannschen Kartoffelwage".

Die zu untersuchenden Knollen wurden durch sorgfältiges Waschen von Schmutz befreit, oberflächlich getrocknet und dann unverzüglich zur Stärkebestimmung benutzt. Kranke und verletzte Kartoffeln wurden selbstverständlich beseitigt. Von jeder Parzelle wurden mindestens vier Bestimmungen mit je 500 g gemacht; wenn starke Abweichungen vorkamen, entsprechend mehr. Die Ergebnisse sind folgende:

| | Stärke % | Trockensubstanz % | | Stärke % | Trockensubstanz % |
|---|---|---|---|---|---|
| Parzelle 1 | 16,1 | 21,9 | Parzelle 21 | 17,6 | 23,4 |
| = 2 | 17,3 | 23,1 | = 22 | 17,4 | 23,2 |
| = 3 | 15,2 | 21,0 | = 23 | 15,5 | 21,3 |
| = 4 | 17,5 | 23,3 | = 24 | 16,5 | 22,3 |
| = 5 | 13,5 | 19,3 | = 25 | 16,5 | 22,3 |
| = 6 | 13,2 | 19,0 | = 26 | 14,9 | 20,7 |
| = 7 | 17,4 | 23,2 | = 27 | 15,9 | 21,3 |
| = 8 | 17,3 | 23,1 | = 28 | 17,4 | 23,2 |
| = 9 | 18,2 | 24,0 | = 29 | 16,1 | 21,9 |
| = 10 | 17,4 | 23,2 | = 30 | 14,7 | 20,5 |
| = 11 | 17,3 | 23,1 | = 31 | 15,4 | 21,2 |
| = 13 | 15,3 | 21,1 | = 32 | 15,1 | 20,9 |
| = 14 | 17,5 | 23,3 | = 33 | 15,4 | 21,2 |
| = 15 | 13,8 | 19,6 | = 34 | 15,9 | 21,7 |
| = 16 | 14,3 | 20,1 | = 35 | 17,0 | 22,8 |
| = 17 | 15,7 | 21,5 | = 36 | 16,9 | 22,7 |
| = 18 | 14,5 | 20,3 | = 37 | 16,5 | 22,3 |
| = 19 | 13,8 | 19,6 | = 38 | 15,9 | 21,7 |

Nach Maercker findet man den Trockensubstanzgehalt der Kartoffel, wenn dem ermittelten Stärkegehalt 5,8 % zugezählt werden.

Auf diese Weise ist der neben dem Stärkegehalt in der obigen Tabelle angeführte Trockensubstanzgehalt gefunden. Vergleichen wir den Unterschied zwischen dem Trockensubstanzgehalt, wie er durch die direkte Bestimmung ermittelt, und demjenigen, wie er aus dem spezifischen Gewicht berechnet worden ist, so ergibt sich, daß derselbe keinen großen Schwankungen unterworfen ist. Die direkte Trockensubstanzbestimmung ergab fast durchweg etwas höhere Werte. Der Unterschied beträgt im Höchstfalle + 2,1 % (Parzelle 3) und − 1,2 % (Parzelle 35). Bekanntlich schließt man aus starken Abweichungen beider Methoden auf eine schlechte Haltbarkeit der Kartoffel.

Zur Beurteilung des Wertes von Futter- und Fabrikkartoffeln, sowie zur Durchführung einer ordnungsgemäßen Betriebskontrolle in Brennereien und Stärkefabriken genügt die Bestimmung mit der Reimannschen Wage vollkommen. Wir dürfen jedoch nicht vergessen, daß sich die Angabe des Stärkegehaltes der Kartoffel damit im allgemeinen nicht auf die Stärke allein erstreckt, sondern daß auch der Gehalt an anderen Stoffen wie Zucker, Säuren, Farb- und Aromastoffen mit einbegriffen wird. Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse erscheint uns die Bestimmung des Stärkegehaltes aus dem spezifischen Gewicht doch nicht mehr ganz einwandfrei. Wir wundern uns daher nicht, wenn behauptet wird, daß die seinerzeit festgestellten Beziehungen auf die jetzigen Kartoffelsorten, die im Ertrage die damals untersuchten weit übertreffen, nicht mehr mit genügender Genauigkeit zutreffen, und daß eine Neuprüfung dieser Frage als notwendig erachtet wird.

Auch der Stärkegehalt der Kartoffeln schwankt innerhalb weiter Grenzen, etwa von 10 bis 30 %, Mittel 18 %. Er wechselt je nach der Sorte und den gesamten Kulturbedingungen, aber auch bei ein und derselben, von einem Feld stammenden Sorte je nach Größe und Form der Knollen.

Wie hat nun in vorliegendem Versuche die verschiedene Düngung auf den Stärkegehalt der Kartoffeln gewirkt? Wir betrachten zunächst wieder die Wirkung der fehlerhaften einseitigen Düngung.

Es wurde der prozentige Stärkegehalt der Kartoffeln durch einseitige Düngung gegenüber ungedüngt folgendermaßen verändert:

| | Stärke |
|---|---|
| 1. durch die Kalidüngung: | |
| Kainit . . . . . | − 3,8 % |
| 40 %iges Kalisalz . . . . . | — 4,1 „ |

| | Stärke |
|---|---|
| 2. durch die Stickstoffdüngung: | |
| Schwefelsaures Ammoniak . . . | — 2,0 % |
| Kalkstickstoff . . . . . | + 0,2 = |
| 3. durch die Phosphorsäuredüngung: | |
| Knochenmehl Eins a. . . . . | ± 0,0 = |
| Thomasschlacke . . . . . | + 0,9 = |
| Superphosphat . . . . . | + 0,1 = |
| 4. durch die Kalkdüngung: | |
| Endlaugenkalk . . . . . | — 1,2 = |
| Gebrannter Kalk . . . . . | + 0,0 = |
| Präparierter Kalk . . . . . | — 2,1 = |
| Gemahlener kohlensaurer Kalk . | + 0,2 = |
| Magnesiakalk . . . . . | + 0,1 = |

Einseitige Kalidüngung hat den Stärkegehalt der Kartoffeln sehr erheblich deprimiert, und zwar hat auch hier, wie schon beim Trockensubstanzgehalt, das 40%ige Salz etwas schlechter gewirkt. Es haben die Kartoffeln von Parzelle 5 und 6 mit 13,5 % und 13,2 % den niedrigsten Stärkegehalt aufzuweisen. Setzen wir den prozentigen Stärkegehalt, wie er nach ungedüngt erreicht wurde, gleich 100, dann sind die Wirkungsprozente 80 für Kainit und 79 für 40%iges Kali. Die vermutlichen Ursachen dieser starken Depressionswirkung der Kalisalze wurden bei der Besprechung des Trockensubstanzgehaltes dargelegt. Die Hoffnung, in dem 40%igen Salz ein für Kartoffeln gänzlich unschädliches Düngemittel gefunden zu haben, hat sich leider nicht in vollem Umfange bestätigt, denn es erniedrigte bei einem großen Teil der Versuche den Stärkemehlgehalt der Kartoffeln in immerhin erheblicher Weise[1]). Es werden dadurch häufig gerade bei den stark kalibedürftigen Kartoffeln die Vorteile einer Kalidüngung durch die Nachteile einer Chlordüngung aufgehoben. In der landwirtschaftlichen Praxis hat man natürlich gegeneinander abzuwägen, ob man sich chlorhaltiger Düngemittel mit Erfolg bedienen kann oder nicht. Wir werden sie benutzen, wenn durch den erzielten Mehrertrag der prozentige Mindergehalt reichlich aufgehoben wird.

Daß eine Düngung mit Staßfurter Kalisalzen unter Umständen einen sehr ungünstigen Einfluß auf den Trockensubstanz- und damit auf den Stärkegehalt der Kartoffeln ausübt, wurde schon erörtert und wird auch durch meine Ergebnisse vollkommen bestätigt. Ebenso wurde schon gesagt, daß man als Ursache dieser ungünstigen Wirkung die Chlorsalze annimmt, gegen welche die Kartoffel ausnehmend empfindlich ist. Man drückt sich gewöhnlich so aus, daß man sagt: chlorhaltige Dün-

[1]) Arbeiten der D. L. G. Heft 56.

gungen vermehren bei Kartoffeln zwar den quantitativen Ertrag, vermindern aber gleichzeitig die Qualität der produzierten Ernte, indem bei reichlicher Chlorzufuhr die Kartoffeln stärkeärmer werden.

Schon O. Cordel[1]) schreibt 1868 die öfteren Mißerfolge der Kalidünger dem darin enthaltenen Chlorkalium, Chlornatrium und Chlormagnesium zu. Um Klarheit darüber zu erlangen, welche Salze in der landwirtschaftlichen Praxis diesen schädlichen Einfluß auf den Stärkegehalt bewirken, wurden im Jahre 1893 von der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft in Verbindung mit den Staßfurter Kaliwerken Kartoffeldüngungsversuche mit Kalisalzen in Anregung gebracht. Diese haben nicht die erhoffte Klärung dieser Frage geschaffen und haben sie auch nicht bringen können, da fast nur Gemische von Salzen zu den Versuchen verwendet worden sind. Daß Forscher, welche ursprünglich den Chlorverbindungen die größte Schuld an der Depression beimaßen[2]), in ihren späteren Arbeiten den günstigen Einfluß derselben hervorheben, konnte natürlich nicht zur Klärung dieser Sache beitragen.

Daß die Kalisalze an sich keineswegs schädigend auf das Wachstum der Kartoffel einzuwirken brauchen, sondern daß als Träger der schädigenden Kalisalzwirkung in erster Linie das an Kali, Natron, Magnesia und Kalzium gebundene Chlor in Frage kommt, darüber haben uns zuerst die umfangreichen Untersuchungen von Sjollema Aufklärung geschafft[3]). Es hat nämlich reines chlorfreies schwefelsaures Kali den Stärkegehalt und den Stärkeertrag ganz wesentlich erhöht. Um die Wirkung der Chloride zu erforschen, muß man den Stärkegehalt der mit Kainit, Karnallit usw. gedüngten Kartoffeln mit demjenigen von Kartoffeln, welche mit einer gleich großen Quantität Kali in Form eines chlorfreien Salzes gedüngt waren, vergleichen können, denn es ist das Kali, welches bei der Stärkebildung eine große Rolle spielt. Man schließt ja aus der Tatsache, daß diejenigen Pflanzen, welche viel Kohlehydrate produzieren, auch größere Kaliummengen aufnehmen, daß das Kali bei der Produktion, Translokation und Niederlegung der Kohlehydrate eine wichtige Rolle spielt. Von Sjollemas Resultaten seien folgende angeführt:

1. Chloride üben eine deprimierende Wirkung auf den Stärkegehalt der Kartoffeln aus. Diesen nachteiligen Einfluß bewirken sowohl

[1]) O. Cordel, Die Staßfurter Kalisalze in der Landwirtschaft.

[2]) M. Maercker, Die Kalidüngung und ihr Wert für die Erhöhung und Verbilligung der landwirtschaftlichen Produktion.

[3]) Journal für Landwirtschaft 1899.

Chlormagnesium und Chlornatrium als auch Chlorkalium. Diese drei Chloride der Staßfurter Rohsalze zeigen die genannte Wirkung in ungefähr gleich starkem Maße.

2. Die Depression war für die stärkereicheren Sorten etwas höher als für die stärkeärmeren. Sowohl krautreiche alte Sorten als auch neue Sorten zeigten sich für Chloride sehr empfindlich.

3. Die nachteilige Wirkung der Staßfurter Rohsalze ist ausschließlich den in denselben vorkommenden Chloriden zuzuschreiben.

4. Durch Frühjahrsdüngung mit Chloriden steigt der Chlorgehalt der Knollen bedeutend. Ein höherer Chlorgehalt der Knollen geht zusammen mit einem niedrigeren Stärkegehalt.

5. Der Kaligehalt der Knollen ist ungefähr der gleiche bei der Düngung mit Chlor enthaltenden Kalisalzen wie mit schwefelsaurem Kalium. Da der Stärkegehalt der mit Chloriden gedüngten Kartoffeln deprimiert ist, ist das Verhältnis vom Stärke- zum Kaligehalt ungünstig. Dies ist eine Tatsache, worauf sehr geachtet werden muß bei dem Kartoffelbau auf kaliarmen Böden, besonders wenn eine möglichst große Stärkeproduktion bezweckt wird (wie immer bei dem Bau von Fabrikkartoffeln).

6. Die Depression des Stärkegehaltes durch Düngung mit Chloriden ist teilweise eine Folge der höheren Wasseraufnahme der Knollen.

7. Der Kaligehalt der Trockensubstanz der nach chlorhaltigen Kalisalzen geernteten Kartoffeln ist viel höher als derjenige der nach einer Kaliumsulfatdüngung geernteten Kartoffeln. Dieser höhere Gehalt ist gänzlich vorhanden in der Form von Chlorkalium. Es darf angenommen werden, daß die erhöhte Salz- (Chlorkalium-) Aufnahme die Ursache des höheren Wassergehaltes der Knollen ist. Wahrscheinlich wirkt der höhere Chlorkaliumgehalt des Saftes hemmend auf die Stärkebildung und verursacht dadurch einen niedrigeren Stärkegehalt.

8. Eine Frühjahrsdüngung mit Chlorkalium lieferte Erträge an Knollen, welche wenig niedriger als diejenigen waren, welche bei Düngung mit schwefelsaurem Kalium erhalten wurden. Der Stärkeertrag bei Anwendung von Chlorkalium war jedoch bedeutend niedriger.

9. Eine Frühjahrsdüngung mit chlorreichen Kalisalzen gab eine sehr starke Herabsetzung des Ertrages und eine noch stärkere Herabsetzung des Stärkeertrages sogar im Vergleich mit demjenigen einer ungedüngten Parzelle auf kaliarmen Böden. Die günstige Wirkung des Kalis wurde bedeutend übertroffen von der nachteiligen Wirkung der Chloride.

10. Schwefelsaures Magnesium und schwefelsaures Natrium übten keine ungünstige Wirkung aus.

11. Eine Düngung mit schwefelsaurem Kalium auf Böden, welche für den Kartoffelbau einer Düngung mit Kali bedürfen, hat auf den Stärkegehalt eher eine günstige als nachteilige Wirkung.

Die Zugabe von Kochsalz zu schwefelsaurem Kali hat bei Sjollemas Versuchen Stärkegehalt und Stärkeerträge ganz gewaltig erniedrigt. Noch schlechter hat die gleiche Chlormenge in Form von Chlormagnesium gewirkt, wie die folgenden Zahlen deutlich zeigen:

| Düngung | Stärke % | dz Stärke je ha |
|---|---|---|
| Ohne Kali . . . . . | 16,5 | 37,4 |
| Chlorkalium . . . . . | 14,4 | 42,2 |
| Schwefelsaures Kali . . . . . | 16.9 | 51,5 |
| Schwefelsaures Kali + Na Cl . | 11,0 | 20,5 |
| Schwefelsaures Kali + $Mg Cl_2$ . | 10,6 | 17,3 |

Die günstige Wirkung von schwefelsaurem Kali auf Stärkegehalt und Stärkeertrag bei Kartoffeln wird durch Versuche von von Seelhorst-Göttingen[1]) bestätigt.

Auch E. Godlewski[2]) hat festgestellt, daß bei Verwendung von schwefelsaurem Kali zur Kartoffeldüngung dasselbe auf die Qualität der Kartoffel auch bei Frühjahrsdüngung nicht nur nicht schädigend, sondern entschieden günstig wirkt.

Baumann[3]) stellte auf Moorboden, wo er vergleichend Kainit, 40%iges Kalisalz und schwefelsaures Kali prüfte, folgende Beeinflussung des Stärkegehaltes der Kartoffeln fest:

| | Frühjahrsdüngung % Stärke | Herbstdüngung % Stärke |
|---|---|---|
| Kainit . . . . . | 16,25 | 21,25 |
| 40%iges Kalisalz . . . | 18,82 (+ 2,57 %) | 22,00 (+ 0,75 %) |
| Schwefelsaures Kali . . | 20,25 (+ 4,00 %) | 22,25 (+ 1,00 %) |

Demnach hatte bei der Frühjahrsdüngung am günstigsten gewirkt das chlorfreie schwefelsaure Kali, darauf folgt das 40%ige Salz und zum Schluß kommt der Kainit, welcher als Frühjahrsdüngung infolge seines hohen Gehaltes an Chlorsalzen die Stärkeprozente ganz erheblich herabgedrückt hatte. Ganz anders gestaltete sich die Wirkung der Salze, wenn sie im Herbst verabreicht worden waren. In diesem

[1]) Fühlings landw. Zeitung 1898.
[2]) Zeitschrift landw. Versuchsw. in Öst. 1901.
[3]) Arbeiten der D. L. G. Heft 81.

Falle war das Chlor während des Winters ausgewaschen worden, und der Kainit hatte hier ungefähr die gleiche Wirkung gezeigt als die anderen Kalisalze.

Eine andere Frage ist die, ob die Basis, mit der das Chlor in den Staßfurter Salzen verbunden ist, von Einfluß auf den Grad der Schädlichkeit ist.

Pfeiffer-Jena[1]) stellt eine besondere Schädlichkeit des Chlormagnesiums fest. Sjollemas Untersuchungen[2]) bestätigen dies. Auch Loew[3]) glaubt die ungünstigen Erfahrungen mit Staßfurter Kalisalzen auf ihren Magnesiagehalt zurückführen zu können; die Magnesiasalze können nach ihm selbst in Mengen, in welchen sie noch nicht tödlich wirken, doch schon bei zu geringen Kalkmengen der Ausbildung von Chlorophyllkörpern und Stärke hinderlich sein.

Im Gegensatz dazu stellten Sauer und Schneidewind[4]) eine größere Schädlichkeit für Chlornatrium als für Chlormagnesium fest. Auch Wagner[5]) glaubt an eine gewisse schädliche Wirkung des Chlornatriums. Von Remy[6]) ausgeführte Untersuchungen verneinen eine ungünstige Chlornatriumwirkung. Nach Gisevius[7]) wirken die Kalisalze infolge ihres Gehaltes an Chlornatrium schädlich auf Menge und Güte des Ertrages ein.

Von Daszewski[8]) behauptet, daß an der Stärkedepression Ca und Cl, wahrscheinlich in Form von Chlorkalzium den größten Anteil haben.

Wilms[9]) glaubt, die ungünstige Wirkung von Chlorkalium auf dessen Gehalt an chlorsaurem Kali zurückführen zu müssen. Das von ihm benützte Chlorkalium, welches als rein bezogen war, enthielt 4,2 % chlorsaures Kali. Vergleichende Düngungsversuche mit wirklich reinem und mit dem chlorsaures Kali enthaltenden Chlorkalium zeigten, daß nur letzteres jene ungünstige Wirkung veranlaßte, während die mit reinem Chlorkalium gedüngten Kartoffelpflanzen sich ganz normal entwickelten.

[1]) Mitteilungen der D. L. G. Jahrgang 12, Stück 21.
[2]) Journal für Landwirtschaft 1899.
[3]) Versuchsstationen 1892.
[4]) Arbeiten der D. L. G. Heft 33.
[5]) Jahrbuch der D. L. G. Band 15.
[6]) Remy, Der Kartoffelbau.
[7]) Gisevius, Pflanzenbaulehre.
[8]) Journal für Landwirtschaft, Bd. XLVIII, Heft 3.
[9]) Wilms, Einfluß des Wassergehaltes und Nährstoffreichtums des Bodens auf die Lebenstätigkeit und Ausbildung der Kartoffelpflanze, Dissertation 1899.

Wir ersehen daraus, alle möglichen Ansichten sind vertreten, und Klarheit ist in der Frage, welches Salz oder welche Salze des Chlors eine besonders ungünstige Wirkung auf die Stärkebildung ausüben, immer noch nicht geschaffen. Forthmann, der Generaldirektor des Kalisyndikats, behauptet ja auch, wie Geheimrat Gisevius mir mitteilte, es sei noch nirgends bewiesen, daß die Chloride der Kalisalze den Stärkegehalt der Kartoffeln deprimierten. Seine Behauptung trifft insofern zu, als sehr wohl in den Kalisalzen neben Chloriden noch Oxydverbindungen des Chlors, Chlorate und Perchlorate enthalten sein können (Wilms fand ja 4,2 % $KClO_3$ in Chlorkalium), und wir wissen ja, daß die Oxydationsstufen des Chlors, mit oder ohne Verbindung mit Basen, von der Pflanze nicht ertragen werden, daß besonders die Perchlorate ein entschiedenes Gift sind. Ob nun die Chloride oder Oxydverbindungen des Chlors als schädliches Prinzip der Kalisalze in Frage kommen, so viel steht jedenfalls fest, daß es eine spezifische Wirkung des Chlors ist, unabhängig von der Base, an die es gebunden ist, in größeren Mengen den Pflanzen zugeführt, eine Depression des Stärkegehaltes in den Kartoffelknollen zu bewirken. Die Frage wird wohl auch nicht eher endgültig gelöst, bis über die physiologische Rolle, die das Chlor im Leben der Pflanzen spielt, völlige Klarheit herrscht. Die besonderen Funktionen, die das Chlor zu erfüllen hat, sind uns eben noch nicht bekannt. Nach Nobbe sollen die Chlorsalze, in erster Linie das Chlorkalium, eine lösende Kraft auf die Stärkemoleküle ausüben und es ihnen erst ermöglichen, von Zelle zu Zelle weiter zu wandern. Neuerdings haben Schneidewind, D. Meyer und F. Münter[1]) Versuche angestellt über die Wirkung der Chlorsalze auf die Verzuckerung der Stärke durch Diastase. Es hatten die Chlorsalze von 1 % ab eine außerordentlich günstige Wirkung auf die Verflüssigung der Stärke hervorgerufen, während dies bei den schwefelsauren Salzen nicht oder nur in unerheblichem Maße der Fall war. Es müssen jedenfalls außerordentlich geringe Chlormengen genügen, um immer wieder neue Stärke in Lösung zu bringen, denn große Mengen von Chlor richten ja dadurch Schaden an, daß sie auf die Kohlehydrate zu stark lösend wirken, so daß bei einzelnen Pflanzen, wie bei der Kartoffel und Zuckerrübe, eine Abnahme des Stärke- bzw. Zuckergehaltes eintritt.

[1]) Arbeiten der agr. chem. Versuchsst. Halle a. d. S. II und Landw. Jahrbücher 1906.

Die Beziehungen des Kalis zu den Eiweißstoffen bzw. Kohlehydraten der Pflanze sind nicht ganz so einfach wie bei Stickstoff und Phosphorsäure, denn das Kali bildet keinen Bestandteil dieser Stoffe. Und doch ist es, wie zahlreiche Versuche und Arbeiten bezeugen, an der Bildung der Kohlehydrate in hervorragendem Maße beteiligt. Insbesondere haben Nobbe und seine Mitarbeiter nachgewiesen[1]), daß bei Ausschluß von Kali keine irgend erhebliche Produktion von organischer Substanz oder zunächst von Stärkemehl im Chlorophyll stattfinden kann. Hellriegel und Wilfarth[2]) haben nachgewiesen, daß bei Zuckerrüben, Kartoffeln und Gramineen die Ansammlung von Kohlehydraten in den Reserveorganen ganz und gar abhängig ist von der verfügbaren Menge an Kali. Pflanzen, in denen große Mengen von Kohlehydraten erzeugt und niedergelegt werden, zeichnen sich in der Regel durch Kalireichtum aus. Über die Art der Einwirkung und über die physiologische Funktion des Kalis in der Pflanze freilich wissen wir noch recht wenig. Eine Reihe von Theorien sind darüber aufgestellt worden, über die Dr. Thiele in einer Abhandlung in den Mitteilungen des Kalisyndikats berichtet. Eine Zusammenstellung findet sich auch in der Gießener Dissertation von L. Schül[3]), auf die hiermit verwiesen sei.

Die Annahme Maerckers[4]), daß bei den krautreichsten Sorten die Chlorverbindungen sich im Kraut aufspeichern, so daß nur verhältnismäßig wenig Chlor in die Knollen zu gehen braucht, daß Kartoffelsorten, welche sehr viel Kraut bilden, daher sehr wenig empfindlich gegen Chlorverbindungen seien, hat sich nicht als richtig erwiesen. Maercker glaubt, diese Schlüsse aus den Ergebnissen von ihm angelegter Topfversuche ziehen zu dürfen, bei denen selbst eine Düngung mit den chlorreichsten Salzen keine Erniedrigung des Stärkegehaltes bewirkte.

Auch Pfeifer[5]) glaubt sich auf Grund ähnlich günstiger Versuchsergebnisse zu der Annahme berechtigt, daß sich die neueren Kartoffelsorten durch Züchtung unter veränderten Lebensbedingungen nach und nach an größere Chlormengen gewöhnt haben oder diese sogar vielleicht für die Hervorbringung einer Höchsternte verlangen.

[1]) Landw. Versuchsstationen Bd. XIII.

[2]) Gelbe Hefte 1897.

[3]) L. Schül, Über den Einfluß von Kali und Phosphorsäure auf die Qualität der Braugerste. 1910.

[4]) Jahrbuch der D. L. G., Band 12.

[5]) Jahrbuch der D. L. G., Band 12.

Die günstigen Wirkungen der Chlorverbindungen bei den Versuchen von Maercker und Pfeiffer sind auffallend. Sjollema deckt verschiedene Versuchsfehler beider auf und weist u. a. darauf hin, daß beide gleichzeitig eine Kalkdüngung darreichten. Es ist nun durch Versuche bewiesen, daß die Beigabe von basischen Stoffen wie Kalk, Mergel usw. zu den Kalisalzen, also Kalk und Kali, die Qualitätsverschlechterung der Kartoffel wesentlich einschränkt. Die Wirkung der genannten Stoffe erklärt sich nach Remy[1]) dadurch, daß der Kalk einerseits der mechanischen Bodenverschlechterung durch Kalirohsalze entgegenwirkt, anderseits auch die bei der Verarbeitung von Chloriden durch die Pflanze verbleibenden sauren Reste zu binden vermag und natürlich auch die infolge der Kalisalzverwendung leicht eintretende Entkalkung des Bodens verhindert.

Auf die Wirkung des Kalkes, die Kalisalze zu entsäuern, und auf die Notwendigkeit dieser Entsäuerung hat Wagner[2]) schon frühzeitig hingewiesen.

Einen Kartoffelanbauversuch mit Kalisalzen unter gleichzeitiger Anwendung von Ätzkalk stellte Kitzinger (Jütrichau) an, und die Depression des Stärkemehlgehaltes bei diesem Versuche war nicht annähernd so groß, als sie im allgemeinen sonst eintritt. Es ist wahrscheinlich, daß die gleichzeitige Anwendung von Kalk in dieser Beziehung günstig gewirkt hat.

Von Stryk[3]) berichtet, daß die durch Kalkdüngung erhaltenen Kartoffeln einen erheblich größeren Stärkegehalt hatten, auch entwickelten sie sich rascher und lieferten mehr ausgewachsene Knollen, und auch das Kraut hielt sich längere Zeit frisch.

Das gleiche Ergebnis hatten Versuche von Hollrung[4]).

Von der D. L. G. durchgeführte Düngungsversuche mit Kalk bei Kartoffeln[5]) ergaben in vielen Fällen eine Verbesserung der Qualität.

Die Kalkfrage spielt also bei starker Anwendung von Kalisalzen eine große Rolle, und müßten die Kartoffelfelder, wie alle Hackfruchtfelder, sich eigentlich immer in gutem Kalkzustande befinden, da bei allen diesen Früchten stark mit Kalisalzen gearbeitet wird. Kali- und Kalkzufuhr müßten Hand in Hand gehen.

[1]) Remy, Der Kartoffelbau.
[2]) Zeitschrift des Vereins nass. Land- und Forstwirte. LXXII. Jahrgang. Nr. 75.
[3]) Baltische landw. Wochenschrift 1891.
[4]) Deutsche landw. Presse, 14. Jahrgang, Nr. 30.
[5]) Arbeiten der D. L. G. 1905, Heft 106.

Es können also bei der Kalkwirkung sehr wohl auch Qualitätsunterschiede und nicht nur Quantitätsunterschiede in Frage kommen. Äußerst interessant sind in dieser Hinsicht die Ergebnisse eines Endlaugenkalkversuches bei Zuckerrüben, ausgeführt in der Versuchswirtschaft des Landwirtschaftlichen Instituts zu Gießen 1918. Es betrug der von mir selbst festgestellte Zuckergehalt:

| | Ohne Endlaugenkalk | Mit Endlaugenkalk |
|---|---|---|
| bei Volldüngung . . . . | 15,6 % | 16,6 % |
| = = ohne K . | 15,1 = | 16,1 = |
| = = = P . | 16,0 = | 16,6 = |
| = = = N . | 14,4 = | 16,3 = |

Daß die Verbindungsformen des Kalkes und der Magnesia und daß vielleicht auch die Magnesia bei der Wirkung der Kalkdüngemittel eine gewisse Rolle spielt, zeigen uns die Ergebnisse des folgenden, gleichfalls 1918 am Landwirtschaftlichen Institut Gießen ausgeführten Zuckerrübenversuches. Es betrug der Zuckergehalt der Rüben bei Düngung mit:

| | |
|---|---|
| Gebranntem Kalk . . . . . | 14,2 % |
| Gebranntem Magnesiakalk . . | 14,1 = |
| 5 Ztr. Endlaugenkalk . . . . | 17,5 = |
| Kohlensaurem Kalk . . . . . | 17,2 = |
| 10 Ztr. Endlaugenkalk . . . . | 17,3 = |

Unsere Betrachtungen zusammenfassend, kommen wir zu folgendem Ergebnis: Die chlorhaltigen Kalisalze wirken bei den meisten Kartoffelsorten bei direkter Düngung erniedrigend auf den Stärkegehalt. Nicht deprimierend auf den Stärkegehalt wirkt das Kali, wenn es an andere Säuren gebunden ist, wie an Kohlensäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, doch ist es in diesen Formen nicht so billig zu haben, daß es in großem Maßstabe Verwendung zu Düngzwecken für Kartoffeln finden kann. Die billigsten Kalisalze, welche der Landwirtschaft zu Düngezwecken zur Verfügung stehen, sind der Kainit und das 40%ige Kalisalz, und beide enthalten Chlor. Von dem 40%igen Kalisalz hat man gehofft, daß es die depressiven Wirkungen bei direkter Düngung nicht oder doch in geringerem Grade ausüben würde, weil es den Rohsalzen gegenüber nur geringe Mengen Nebensalze enthält. Diese Hoffnung hat sich, wie schon erwähnt, leider nicht verwirklicht, damit ist aber zugleich, wie M. Passon[1]) schreibt, der Beweis erbracht worden,

[1]) M. Passon, Handbuch des Düngewesens 1902.

daß es lediglich das Chlor ist, dem man diese erniedrigenden Wirkungen zuschreiben muß.

Eine andere Frage ist die, ob es die chlorhaltigen Kalisalze allein sind, welche unter Umständen eine Erniedrigung des Stärkegehaltes herbeiführen, oder ob nicht noch andere Umstände hinzutreten. Diese Frage dürfte wohl dahin zu entscheiden sein, daß mehrere Umstände zusammenwirken können. So glaubt Passon[1]), daß auf undurchlässigen Bodenarten, wo das Chlor längere Zeit in den oberen Schichten des Bodens festgehalten wird, eine derartige Depression begünstigt wird, während sie anderseits auf stark durchlässigen Bodenarten erschwert wird. Auch der Kalkzustand des Bodens kann hierbei eine erhebliche Rolle spielen. Auf einem kalkreichen Boden werden die Chlorsalze leichter zersetzt unter Bildung des sehr leicht löslichen Chlorkalziums, für das die Ackerböden nur wenig Absorptionskraft besitzen, und das deshalb sehr bald in den Untergrund hinabsinkt; auf kalkarmen Böden gehen diese Umsetzungen viel weniger leicht vor sich, so daß das Chlor gleichfalls länger in der Ackerkrume verbleibt und deprimierend auf den Stärkegehalt wirkt.

Will man eine Depression des Stärkemehlgehaltes auf alle Fälle vermeiden, so muß man entweder mit chlorfreien Kalisalzen düngen oder das Kali nicht direkt zu den Kartoffeln geben, sondern in so ausreichender Menge schon zur Vorfrucht, daß die darauf folgenden Kartoffeln noch so viel davon vorfinden, daß sie ihren hohen Kalibedarf voll befriedigen können. Es ist dann inzwischen das Chlor unter normalen Verhältnissen ausgewaschen und in den Untergrund hinabgeführt. Vorteilhaft in dieser Hinsicht ist noch, daß die Kartoffeln die ausgeprägte Fähigkeit besitzen, alte Kalireste des Bodens noch für sich zu verarbeiten. Wo es in erster Linie auf den Ertrag ankommt, da braucht man auf diese erniedrigenden Eigenschaften der Kalisalze keine Rücksichten zu nehmen.

Betrachten wir nun die Wirkung der einseitigen Stickstoffdüngung auf den Stärkegehalt, so hat das schwefelsaure Ammoniak den Stärkegehalt um 2 % erniedrigt gegen ungedüngt. Kalkstickstoff denselben um 0,2 % erhöht. Es sei hier auf die bei Besprechung der Trockensubstanz gemachten Ausführungen verwiesen.

Bei den Versuchen der Deutschen Kartoffel-Kulturstation hat Stickstoffdüngung den Stärkegehalt der Kar-

[1]) M. Passon, Handbuch des Düngewesens 1902.

toffeln meistens erniedrigt, doch konnte gelegentlich auf den mit Stickstoff gedüngten Flächen ein höherer Stärkegehalt wahrgenommen werden.

Nach Untersuchungen von Liebscher[1]) hat die Stickstoffdüngung den prozentigen Stärkegehalt sehr stark herabgesetzt. Nach ihm wird man „die Produktion einer wasserreichen Kartoffel schlechtweg als eine normale Folge der reicheren Ernährung mit Stickstoff anzusehen haben".

In Heft 34 der Berichte über Landwirtschaft, enthaltend Feldversuche über die Wirkung verschiedener stickstoffhaltiger Düngemittel, teilt die Herzoglich Anhaltische Versuchsstation mit, daß der Einfluß der Stickstoffdüngung auf den prozentigen Stärkegehalt der Kartoffelknollen nirgends ein ungünstiger gewesen ist. Die agrikulturchemische Versuchsstation Halle teilt mit, daß die Stickstoffdüngung bei den vorliegenden Versuchen eine Erniedrigung des Stärkegehaltes nicht hervorgerufen hat, im Durchschnitt sind sogar die Stärkeprozente durch die Stickstoffdüngung erhöht worden. Im Gesamtergebnis aller Versuche ist der Stärkegehalt der Kartoffeln durch die Stickstoffdüngung derselbe geblieben.

Nach Neye[2]) kann die Stickstoffdüngung den prozentigen Stärkegehalt der Knollen herabsetzen, wenn sie zu spät und in zu großen Gaben angewandt wird, wenn die übrigen Nährstoffe in unzureichender Menge vorhanden sind, der Boden schwer und feucht und auch die Witterung in der letzten Hälfte der Entwicklung zu feucht ist; denn in allen diesen Fällen wächst die Kartoffel zu sehr und zu lange Zeit hindurch ins Kraut, sie verbraucht die in den Blättern gebildete Stärke zu immer neuer Krautbildung, anstatt sie in den Knollen abzulagern.

Der Stickstoff wird in erster Linie zur Entwicklung des Protoplasmas gebraucht, indessen kann er keine Stärke produzieren, wenn ihm das Kali fehlt. Eine starke Stickstoffdüngung bei Kartoffel wird daher nur zur Geltung kommen, wenn es dem Boden nicht an Kali fehlt. Dieses letztere ist aber die Vorbedingung, und kann sich die Kartoffel wohl mit wenig Stickstoff behelfen, wenn es ihr nur nicht an Kali fehlt, aber sie kann nicht mit wenig Kali auskommen, auch wenn sie Stickstoff zur Genüge hat.

Für den Kartoffelbau von Bedeutung ist, daß eine überreiche Stickstoffdüngung zwar zu einer Erhöhung des Eiweißgehaltes der Pflanzen führen, aber auch mit einer Erniedrigung des prozentualen

---

[1]) Journal für Landwirtschaft, Bd. 43.

[2]) Neye, Pflanzenbaulehre.

Gehalts an Kohlehydraten verbunden sein kann. Lemmermann[1]) äußert sich über die Ursachen dieser Wechselwirkung wie folgt: „Dieser Einfluß der Stickstoffdüngung ist leicht erklärlich, denn je mehr stickstoffhaltige Stoffe gebildet werden, um so mehr stickstofffreie Substanzen werden zu ihrer Erzeugung verbraucht. Außerdem liegen Versuche vor, aus welchen hervorgeht, daß mit der Erhöhung des Stickstoffgehaltes der Pflanzen auch die Atmungsgröße derselben steigt. Es ist aber bekannt, daß die Atmung mit einem Verbrauch an stickstofffreien Stoffen Hand in Hand geht."

Im allgemeinen empfiehlt es sich nach Remy, in der Stickstoffversorgung der Kartoffeln des Guten nicht zu viel zu tun, da reichliche Stickstoffdüngung die Widerstandsfähigkeit, die Haltbarkeit und die Verarbeitungsfähigkeit der Kartoffel herabsetzt.

Von den einseitig angewandten Phosphorsäuredüngern hat bei meinem Versuche die Thomasschlacke mit einer Erhöhung von 0,9 % die beste Wirkung, und mit einem Stärkegehalt von 18,2 % haben die damit gedüngten Kartoffeln den höchsten Stärkegehalt überhaupt aufzuweisen. Knochenmehl 1a und Superphosphat haben den Stärkegehalt gegenüber ungedüngt nicht verändert. Auch hier sei auf das bereits unter Trockensubstanz Gesagte verwiesen.

Daß Phosphorsäurezufuhr den Stärkegehalt der Kartoffeln günstig beeinflußt, wird von Maercker, Wildt u. a. behauptet. Andere Angaben verneinen irgendwelchen Einfluß der Phosphorsäure auf den Stärkegehalt der Knollen.

Was den Einfluß der einseitigen Kalkdüngung auf den Stärkegehalt der Kartoffeln betrifft, so hat präparierter Kalk mit einer Erniedrigung von 2,1 % gegenüber ungedüngt am schlechtesten abgeschnitten. An zweiter Stelle steht Endlaugenkalk mit 1,2 % Erniedrigung. Die anderen Kalkdünger haben den Stärkegehalt gegenüber ungedüngt nicht oder nur ganz unbedeutend gesteigert.

Wir wissen, daß bei vorübergehendem Nährstoffmangel durch Kalk das alte Nährstoffkapital im Boden mobil gemacht wird. Der Kalk befördert die Aufschließung der Nährstoffe, indem er in die im Boden vorhandenen wasserhaltigen Doppelsilikate eintritt, wodurch gewisse Mengen von Pflanzennährstoffen, besonders Kali, in Lösung gehen. Düngen wir eine Reihe von Jahren nur mit Kalk, ohne andere Nährstoffe zuzuführen, dann muß der Boden ja an diesen vollständig ver-

[1]) Lemmermann, Düngerlehre. Jena 1901.

armen. Auf diese Weise erklärt sich vielleicht die schlechte Wirkung der einseitigen Kalkdüngung.

Eine aufschließende Wirkung des Kalkes, wie auch der Magnesia, auf die schwer löslichen Kaliverbindungen des Bodens ist von verschiedenen Forschern wie Fittbogen, Pear, festgestellt worden, und zwar zeigte der gebrannte Kalk eine erheblich größere Wirkung auf die Löslichkeit des Kalis wie der kohlensaure Kalk, die kohlensaure wie die gebrannte Magnesia zeigten sich den entsprechenden Kalkformen in der Wirkung noch überlegen[1]). Diese Wirkung von Ca und Mg kann für die verschiedenen Böden von Vorteil oder auch von Nachteil sein. Auf tonerdereichen Böden mit einem hohen Gehalt an schwer zersetzbaren Kaliverbindungen muß die Löslichmachung des Bodenkalis als entschieden vorteilhaft angesehen werden, während bei kaliarmen, leichten Sandböden eine derartige Wirkung zu einer Verarmung an Kali beitragen kann.

Stalldung und Gründung haben den Stärkegehalt gegenüber ungedüngt um 0,1 und 0,3 % erhöht.

Der Stallmist, der in den allermeisten Fällen die Grundlage der Düngung bildet, bietet der Kartoffel einen erheblichen Teil des Kalibedarfs in einer ihr besonders zusagenden Form dar. Für die Stallmistdüngung ist die Kartoffel daher ganz besonders dankbar.

Eine ganz besondere Rolle bei der Kartoffel spielt auch die Gründüngung; die Kartoffel ist eine derjenigen Pflanzen, welche die Gründüngung am besten lohnen. Es ist dies besonders wichtig für Gegenden mit ausgedehnten Weidebetrieben, wo der Stallmist nicht ausreicht; da können die Kartoffeln mit gutem Erfolg auch in Gründüngung gebaut werden. Besonders auf den leichten Bodenarten steigert die Gründüngung den Ertrag sehr wesentlich und auch bezüglich der Qualität wirkt sie sehr günstig. Im Osten ist ja auf leichtesten Sandböden die Fruchtfolge allgemein bekannt: Lupinen als Gründüngung, Kartoffeln, Roggen.

Über einige Gründüngungsversuche der Deutschen Kartoffel-Kulturstation berichtet v. Eckenbrecher[2]). Es sollte durch diese Versuche der Einfluß der Gründüngung sowohl auf die Erhöhung der Knollenerträge als auch des Stärkegehaltes ermittelt werden, und gleichzeitig die Wirkung der Gründüngung an sich und zusammen mit Stallmist gegenüber einer üblichen Stallmistdüngung festgestellt werden. Der Stärkegehalt wurde wie folgt beeinflußt:

[1]) Nach D. Meyer, Die Kalk- und Magnesiadüngung.

[2]) Das landw. Versuchswesen Preußens im Jahre 1895.

| Versuchsfeld: | Klein-Spiegel | | Ostrowitt | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Sorte: | Dabersche | Imperator | Dabersche | Imperator | Maercker |
| 1. Ohne Düngung . . . | 19,0% | 17,7% | 23,7% | 22,7% | 21,5% |
| 2. Stallmist . . . . . | 19,3 = | 17,9 = | 24,6 = | 22,2 = | 21,1 = |
| 3. Gründüngung . . . | 19,9 = | 20,5 = | 22,6 = | 20,9 = | 21,3 = |
| 4. = + Stallmist . . . . . | 16,4 = | 17,5 = | 21,0 = | 20,5 = | 21,6 = |

Wir betrachten nun die Wirkung der Kunstdüngung ohne Stalldung. Wie schon bei dem Trockensubstanzgehalt, so macht sich auch hier auf allen Parzellen eine erhebliche Depression des Stärkegehaltes bemerkbar, und es hat wiederum die Parzelle mit Vollkunstdüngung den niedrigsten Wert mit einem Stärkegehalt von 13,8 %, was gegenüber ungedüngt eine Erniedrigung von 3,5 % bedeutet; auch hier ist vermutlich die späte Düngung der Parzelle die Ursache. In reiner Mineraldüngung zeigt die Kartoffel keine freudige Entwicklung, besonders dann, wenn der betreffende Schlag mehrere Jahre hindurch Stalldünger oder Gründüngung nicht erhalten hat. Dies bestätigen hier alle Parzellen. Genau die gleiche Erniedrigung wie bei Vollkunstdüngung tritt ein durch das Fehlen des Stickstoffs auf Parzelle 15. Den höchsten Stärkegehalt hat die Parzelle mit fehlendem Kali (Parzelle 17); die Erhöhung gegenüber Vollkunstdüngung beträgt 1,9 %. Das Fehlen von Phosphorsäure und Kalk hat den Stärkegehalt gegenüber Vollkunstdüngung etwas erhöht.

Von größerem Interesse ist wieder zu erfahren, wie Volldüngung und das Fehlen eines der vier Nährstoffe hierbei den Stärkegehalt der Kartoffeln beeinflußt. Die Volldüngungsparzellen 34 und 38 haben beide einen Stärkegehalt von 15,9 %, mithin 1,4 % niedriger als ungedüngt. Beide Parzellen ohne Kalk (23 und 27) haben einen Stärkegehalt von 15,5 %, der mithin gegen Volldüngung um 0,4 % niedriger ist. Es zeigt sich auch hier wieder, daß wir dem Boden Kalk zuführen müssen, um eine ungehinderte Wirkung der Stickstoff-, Phosphorsäure- und Kalidüngung zu ermöglichen. Auch das Fehlen des Stickstoffs auf Parzelle 26, 30, 31 und 32 hat durchweg eine Erniedrigung des Stärkegehaltes gegenüber Volldüngung zur Folge. Wir dürfen also die Stickstoffversorgung der Kartoffel nicht vernachlässigen. Das Fehlen des Kalis auf Parzelle 24 und 28 hat dagegen den Stärkegehalt gegenüber Volldüngung erhöht um 0,6 % und 1,5 %. Parzelle 35 und 36 haben gleich hohen Stärkegehalt. Auch das Fehlen der Phosphorsäure hat den Stärkegehalt erhöht. Das Phosphorsäurebedürfnis der Kartoffel ist ja ein sehr geringes, und sie scheint sogar in höherem Maße als die übrigen Kultur-

pflanzen empfindlich gegen einen jeden Überschuß an Phosphorsäure zu sein. Kräftige Stallmistgaben decken den Phosphorsäurebedarf hoher Kartoffelernten überall dort, wo es dem Boden nicht an „alter Bodenkraft" gebricht.

Als Ergebnis vorliegender Untersuchungen ist festzustellen:

„Die Kalidüngung wirkt infolge ihres Gehaltes an chlorhaltigen Nebensalzen ungünstig auf den Stärkegehalt der Kartoffeln. Dies zeigt uns die bedeutende Erniedrigung des Stärkegehaltes bei einseitiger Kalidüngung (Parzelle 5 und 6), anderseits die Erhöhung desselben auf Parzelle 17, 24 und 28, denen Kali fehlt. Das Fehlen des Stickstoffs setzt den Stärkegehalt auf allen in Betracht kommenden Parzellen (15, 26, 30, 31 und 32) herunter. Überschuß an Phosphorsäure wirkt ungünstig auf den Stärkegehalt."

Von dem größten Interesse sind nun die Zahlen über die absolute Stärkeproduktion. Es wurden geerntet je ¼ ha von

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Parzelle | 1 | 704,5 kg Stärke | Parzelle | 21 | 1117,5 kg Stärke |
| = | 2 | 670,5 = = | = | 22 | 954,8 = = |
| = | 3 | 555,0 = = | = | 23 | 1259,5 = = |
| = | 4 | 599,5 = = | = | 24 | 1378,0 = = |
| = | 5 | 516,5 = = | = | 25 | 1427,5 = = |
| = | 6 | 508,0 = = | = | 26 | 1151,0 = = |
| = | 7 | 704,5 = = | = | 27 | 1375,5 = = |
| = | 8 | 696,5 = = | = | 28 | 1374,5 = = |
| = | 9 | 637,0 = = | = | 29 | 1497,5 = = |
| = | 10 | 774,5 = = | = | 30 | 1062,0 = = |
| = | 11 | 837,7 = = | = | 31 | 1112,5 = = |
| = | 13 | 1048,0 = = | = | 32 | 966,5 = = |
| = | 14 | 1203,0 = = | = | 33 | 1270,5 = = |
| = | 15 | 807,5 = = | = | 34 | 1180,5 = = |
| = | 16 | 1176,0 = = | = | 35 | 1492,0 = = |
| = | 17 | 1087,0 = = | = | 36 | 1563,5 = = |
| = | 18 | 1218,0 = = | = | 37 | 1031,5 = = |
| = | 19 | 962,5 = = | = | 38 | 1153,0 = = |

Die einseitige Kalidüngung (Parzelle 5 und 6) hat den geringsten Stärkeertrag zu verzeichnen. Von den Kalkdüngemitteln haben gleich und am besten abgeschnitten Magnesiakalk und Endlaugenkalk, am schlechtesten präparierter Kalk. Von den Phosphorsäuredüngern hat Superphosphat am besten gewirkt. Sehr gute Wirkung wurde durch die einseitige Stickstoffdüngung erzielt, und es zeigt sich auch hier der Kalkstickstoff dem schwefelsauren Ammoniak überlegen.

Den höchsten Stärkeertrag hat Parzelle 36 aufzuweisen (Volldüngung – Kali). Das Fehlen des Stickstoffs hat auf allen in Betracht kommenden Parzellen eine Erniedrigung des Stärkeertrages zur Folge. Das Fehlen von Phosphorsäure (Parzelle 16, 25 und 29) hat die Stärkeerträge gegenüber Volldüngung gesteigert.

## III. Rohfett.

Die Bestimmung des Rohfettes erfolgte nach der Soxhletschen Extraktionsmethode durch Ausziehen des Fettes mittels Äther. Von jeder Parzelle wurden zwei Bestimmungen mit je 10 g der wasserfreien Trockensubstanz gemacht. Die Ergebnisse sind folgende:

| | Fett in der wasserfreien Trockensubstanz | | Fett in der wasserfreien Trockensubstanz |
|---|---|---|---|
| Parzelle 1 | 0,68 % | Parzelle 21 | 0,35 % |
| " 2 | 0,42 " | " 22 | 0,42 " |
| " 3 | 0,39 " | " 23 | 0,60 " |
| " 4 | 0,46 " | " 24 | 0,34 " |
| " 5 | 0,54 " | " 25 | 0,38 " |
| " 6 | 0,49 " | " 26 | 0,45 " |
| " 7 | 0,49 " | " 27 | 0,68 " |
| " 8 | 0,41 " | " 28 | 0,56 " |
| " 9 | 0,47 " | " 29 | 0,49 " |
| " 10 | 0,60 " | " 30 | 0,55 " |
| " 11 | 0,41 " | " 31 | 0,48 " |
| " 13 | 0,36 " | " 32 | 0,43 " |
| " 14 | 0,30 " | " 33 | 0,49 " |
| " 15 | 0,52 " | " 34 | 0,51 " |
| " 16 | 0,40 " | " 35 | 0,62 " |
| " 17 | 0,43 " | " 36 | 0,30 " |
| " 18 | 0,50 " | " 37 | 0,29 " |
| " 19 | 0,32 " | " 38 | 0,45 " |

Der Fettgehalt schwankt, wie von vornherein zu erwarten war, in so geringen Grenzen, daß die Schwankungen innerhalb der Grenzen der Versuchsfehler liegen und bei der Wertbeurteilung nicht in Frage kommen können.

## IV. Rohprotein.

Die Stickstoff- bzw. Rohproteinbestimmung erfolgte nach der Methode von Kjeldahl-Jodlbauer. Von jeder Parzelle wurden drei Bestimmungen mit je 2 g der wasserfreien Trockensubstanz gemacht, falls sie keine genügend gute Übereinstimmung zeigten, noch drei weitere. Die Ergebnisse sind folgende:

| | Rohprotein in der wasserfreien Trockensubstanz | | Rohprotein in der wasserfreien Trockensubstanz |
|---|---|---|---|
| Parzelle 1 | 6,12 % | Parzelle 21 | 10,50 % |
| " 2 | 8,09 " | " 22 | 8,00 " |
| " 3 | 7,58 " | " 23 | 7,04 " |
| " 4 | 9,66 " | " 24 | 10,14 " |
| " 5 | 4,12 " | " 25 | 8,35 " |
| " 6 | 4,48 " | " 26 | 7,51 " |
| " 7 | 8,17 " | " 27 | 8,97 " |
| " 8 | 8,06 " | " 28 | 9,92 " |
| " 9 | 10,10 " | " 29 | 8,57 " |
| " 10 | 5,69 " | " 30 | 6,71 " |
| " 11 | 8,74 " | " 31 | 7,91 " |
| " 13 | 10,68 " | " 32 | 7,77 " |
| " 14 | 10,90 " | " 33 | 7,91 " |
| " 15 | 6,78 " | " 34 | 8,98 " |
| " 16 | 7,73 " | " 35 | 8,28 " |
| " 17 | 8,90 " | " 36 | 9,78 " |
| " 18 | 8,60 " | " 37 | 8,64 " |
| " 19 | 8,06 " | " 38 | 8,49 " |

Die stickstoffhaltigen Bestandteile der Kartoffeln bestehen der Hauptsache nach aus echten Eiweißstoffen und Aminosäuren (Asparagin, Leuzin, Tyrosin, Glutaminsäure), außerdem hat man gefunden Peptone, Xanthinkörper, Solanin, Ammoniaksalze[1]).

Der Rohproteingehalt der Kartoffeln schwankt zwischen 0,6 und 3,5 % und liegt im Mittel bei 2 %. Vom Rohprotein bestehen aber nur 40 bis 70 % aus Eiweiß, der Rest aus den obengenannten Stoffen, insbesondere Aminosäuren. Großen Einfluß auf die Schwankungen im Rohproteingehalt übt die Düngung aus, dann auch Kultur und Witterung.

Es gehört also die Kartoffel im allgemeinen zu den eiweißarmen Futtermitteln und bedarf zu ihrer rationellen Ausnutzung durch den Tierkörper eiweißreicher Zuschläge. Die Ansichten über den Eiweißgehalt der Kartoffeln gehen sehr auseinander. Der Reichstagsabgeordnete Jany hat in einem Vortrage die Behauptung aufgestellt, der Eiweißgehalt der Kartoffel würde weit unterschätzt, er wäre ein beträchtlicher und betrage mindestens 5 %. Demgegenüber steht die Behauptung von Lehmann-Göttingen, der sagt, der Eiweißgehalt der Kartoffel könne ruhig mit 0 bezeichnet werden. Letztere Behauptung ist vollkommen unzutreffend, denn es sind schon Kartoffeln festgestellt worden mit einem Gehalt von 14, 15, 16 % Rohprotein in

[1]) Nach Hayduck, l. c. diese Arbeit Seite 7.

der Trockensubstanz, ja, bei den Kartoffeluntersuchungen der Ernte 1911 von J. Hoffmann-Berlin erreichten die Kartoffeln „Vater Rhein" vom Versuchsfelde Klein-Spiegel den Gehalt von 17,56 % Rohprotein in der Trockensubstanz oder 3,91 % in der Frischkartoffel.

Im Mittelpunkte der Qualitätsfrage steht ja heute der Eiweißgehalt, ist doch unsere ganze Ernährung eine Eiweißfrage. Erhöhte Produktion von pflanzlichem Eiweiß wird auch in Zukunft unsere Losung sein. Es wird daher zu erwägen sein, wie wir bei der Kartoffel den Proteingehalt durch die Düngung und durch die Züchtung einer „Eiweißkartoffel" günstig beeinflussen können.

Wie hat nun bei meinem Versuche die Düngung auf die Bildung von Eiweiß in der Kartoffel gewirkt? Wir dürfen ohne weiteres erwarten, daß in erster Linie alle die Stoffe den Gehalt an Eiweiß beeinflussen werden, die das Eiweißmolekül aufbauen helfen; und da kommen vor allen Dingen die Stickstoff- und Phosphorsäuredünger in Betracht.

Wir betrachten zunächst wieder die fehlerhafte einseitige Düngung. Es wurde der Rohproteingehalt der Kartoffeln gegenüber ungedüngt folgendermaßen verändert:

| | Rohprotein |
|---|---|
| 1. durch die Kalidüngung: | |
| Kainit | — 4,62 % |
| 40 %iges Kalisalz | — 4,26 „ |
| 2. durch die Stickstoffdüngung: | |
| Schwefelsaures Ammoniak | + 1,94 „ |
| Kalkstickstoff | + 2,24 „ |
| 3. durch die Phosphorsäuredüngung: | |
| Knochenmehl Eins a | — 0,68 „ |
| Thomasschlacke | + 1,36 „ |
| Superphosphat | — 3,05 „ |
| 4. durch die Kalkdüngung: | |
| Endlaugenkalk | — 2,62 „ |
| Gebrannter Kalk | — 0,65 „ |
| Präparierter Kalk | — 1,16 „ |
| Gemahlener kohlensaurer Kalk | + 0,92 „ |
| Magnesiakalk | — 0,57 „ |

Einseitige Kalidüngung wirkte wie auf den Trockensubstanz- und Stärkegehalt so auch auf den Proteingehalt höchst ungünstig ein. Es haben die Kartoffeln von Parzelle 5 und 6 mit 4,12 % und 4,18 % den niedrigsten Proteingehalt, und zwar beträgt die Erniedrigung gegenüber ungedüngt 4,62 % für die Düngung mit Kainit,

4,26 % für das 40%ige Salz. Setzen wir den Proteingehalt, wie er durch ungedüngt erreicht wurde, gleich 100, dann sind die Wirkungsprozente für Kainit 47, für das 40%ige Kalisalz 51.

Über die proteinerniedrigende Wirkung der Kalidüngung liegen verschiedene Versuche bei verschiedenen Kulturpflanzen vor. Nach H. König[1]) hat einseitige Kalidüngung den Eiweißgehalt des Hafers vermindert. Nach Untersuchungen von v. Eckenbrecher-Berlin[2]) nahm durch Kalidüngung der Eiweißgehalt der Kartoffeln in der Mehrheit der Fälle eher ab wie zu. Bei meinem Versuche ist die Erniedrigung des Proteingehaltes durch einseitige Kalidüngung eine sehr bedeutende.

Sehr in die Augen springend ist die eiweißsteigernde Wirkung der einseitigen Stickstoffdüngung, und es zeigte der Stickstoff des Kalkstickstoffs auch hier wieder die beste Wirkung. Kalkstickstoff erzeugte mit 10,90 % den höchsten Proteingehalt der Kartoffeln. Schwefelsaures Ammoniak erzeugte Kartoffeln mit einem Proteingehalt von 10,68 %. Es betragen mithin die Erhöhungen gegen ungedüngt 2,24 % und 1,94 %. Die Wirkungsprozente gegenüber ungedüngt gleich 100, sind 122 für schwefelsaures Ammoniak, 125 für Kalkstickstoff.

Ein besonders glücklicher Umstand ist es, daß die Kartoffel in der Lage ist, den Ammoniakstickstoff unmittelbar aufzunehmen und auch zu verwerten. Sie ist also nicht, wie die meisten anderen Pflanzen, darauf angewiesen, daß der Ammoniakstickstoff erst durch Nitrifikation in Salpetersäure umgewandelt wird[3]).

Durch die Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak entstehen im Boden schwefelsaurer Kalk und schwefelsaure Magnesia, die eine erheblich größere Löslichkeit besitzen als die kohlensaure Form. Reichliche Niederschläge werden daher den Kalkvorrat eines häufig mit schwefelsaurem Ammoniak gedüngten Bodens stärker vermindern als bei anderen Düngemitteln. Die dauernde Verwendung des schwefelsauren Ammoniaks ohne Kalkung muß zu einer völligen Verarmung des Bodens an Kalk führen. Diese Verhältnisse dürften für Parzelle 13 meines Versuches zutreffen. Für eine rechtzeitige Neukalkung ist daher Sorge zu tragen. Durch Anwendung von Kalkstickstoff, welcher nicht unerhebliche Mengen an wirksamen Kalkverbindungen enthält, kann die Notwendigkeit einer Neukalkung wesentlich hinausgeschoben werden.

[1]) H. König, l. c. diese Arbeit Seite 11.
[2]) Zeitschrift für Spiritusindustrie 1914.
[3]) Nach Dr. Störmer, Der Kartoffelbau.

Einseitige Phosphorsäuredüngung hat auf den Eiweißgehalt der Kartoffeln verschieden gewirkt. Vorzüglich gewirkt hat Thomasmehl, das Kartoffeln mit einem Proteingehalt von 10,10 %, mithin eine Erhöhung von 1,36 % gegen ungedüngt erzeugte. Knochenmehl Einsa hat den Proteingehalt um 0,68 % erniedrigt. Außerordentlich schlecht abgeschnitten hat Superphosphat mit einer Erniedrigung des Proteingehaltes von 3,05 % gegen ungedüngt; es steht mit einem Eiweißgehalt der Kartoffeln von 5,69 % an drittschlechtester Stelle. Vermutlich wird auch hier wieder der Faktor Kalk, auf den Privatdozent Dr. Derlitzki mich aufmerksam machte, die Ursache der schlechten Wirkung des Superphosphates sein. Das Thomasmehl enthält nach Mentzel und v. Lengerkes Landw. Kalender 48,3 % Ca O, welches der Hauptmenge nach als gut wirksamer kieselsaurer Kalk vorhanden ist, während das Superphosphat den Kalk zum größten Teil in Form des weniger günstigen Gipses enthält, der nicht die volle bodenanregende Wirkung hat. Es soll zur Prüfung dieser Frage die Hälfte der Superphosphat-Parzelle in den folgenden Jahren Kalkdüngung erhalten. Die Wirkungsprozente, ungedüngt gleich 100, sind 92 für Knochenmehl Einsa, 116 für Thomasschlacke, 65 für Superphosphat.

Schon Genay[1]) glaubt, die vorzügliche Wirkung der Thomasschlacke nicht allein auf ihren Phosphorsäure-, sondern auch auf ihren Kalkgehalt zurückführen zu müssen.

Die Frage, ob das Kalken der Äcker die Wirkung der Superphosphatdüngung beeinträchtigt, beantwortet Ullmann[2]) dahin, daß ein reichliches Vorkommen von kohlensaurem Kalk im Boden die Wirkung des Superphosphates gerade verursacht und steigert.

Nach Untersuchungen von Klien[3]) können große Superphosphatgaben auf kalkarmen Böden den Proteingehalt der Körner vermindern, was auf kalkreichen Böden selbst nach zehnfachen Superphosphatgaben nicht der Fall war und überhaupt nicht eintrat, wenn die Phosphorsäure in Form eines neutralen Salzes gegeben wurde.

Einseitige Kalkdüngung hat mit Ausnahme des gemahlenen kohlensauren Kalkes den Proteingehalt gegenüber ungedüngt beträchtlich erniedrigt. Die schlechteste Wirkung hat Endlaugenkalk mit einer Erniedrigung von 2,62 %, ihm folgen präparierter Kalk mit 1,16 %, gebrannter Kalk mit 0,65 % und Magnesiakalk mit 0,57 %

[1]) Annales agronomiques, T. XVI., Nr. 5.
[2]) Ullmann, Kalk und Mergel.
[3]) Königsb. land.- und forstw. Ztg. 22, 162.

Erniedrigung. Auch hier ist sicher wieder die Erschöpfung des Bodens an allen Nährstoffen infolge der langjährigen einseitigen Kalkdüngung die Ursache der schlechten Wirkung.

Der Kalk übt einen weitgehenden Einfluß auf die Ammoniakbildung und die Nitrifikation der stickstoffhaltigen Substanzen des Bodens aus, wie Versuche von Wohltmann, Fischer und Schneider[1]) ergeben haben.

Aus Versuchen von Tacke und Immendorff[2]) geht hervor, daß die Wirkung des gebrannten Kalkes auf die Aufschließung und Nitrifizierung des Bodenstickstoffs weit energischer ist als diejenige des kohlensauren Kalkes. Bei mangelnder Stickstoffdüngung kann die intensive Aufschließung des Bodenstickstoffs auf leichten Böden von erheblichem Nachteil sein. Je höher die Kalk- und besonders die Ätzkalkdüngung ist, um so intensiver tritt natürlich auch die Aufschließung des Bodenstickstoffs ein. Diese Verhältnisse dürften auf den einseitigen Kalkdüngungsparzellen meines Versuches gegeben sein. Durch jahrelange einseitige Kalkdüngung dürfte die Aufschließung des Bodenstickstoffs eine sehr weitgehende sein, und wir wundern uns daher nicht, wenn die Kartoffelknollen von jenen Parzellen eine beträchtliche Erniedrigung des Proteingehaltes gegenüber ungedüngt aufweisen. Eine Ausnahme macht, wie oben erwähnt, der kohlensaure Kalk durch eine Erhöhung des Proteingehaltes, und würde dies mit den Versuchsergebnissen von Tacke und Immendorff in Einklang stehen, daß der kohlensaure Kalk eine geringere Wirkung auf die Aufschließung des Bodenstickstoffs hat.

Gründüngung hat auf die Proteinbildung sehr günstig eingewirkt; es beträgt der Proteingehalt der Kartoffeln 10,50 %, die Erhöhung gegen ungedüngt mithin 1,76 %. Die Kartoffel hat eine lange Vegetationszeit und dementsprechend ist auch die Ausnutzung des Gründüngungsstickstoffes durch die Kartoffelpflanze hervorragend. Die Gründüngung eignet sich zum Ersatz des Stickstoffs vortrefflich, die Kartoffeln erhalten außerdem durch sie einen Schutz vor Dürre, indem ihre Wurzeln tief in den Untergrund eindringen.

Stalldung deprimierte den Proteingehalt gegenüber ungedüngt um 0,74 %.

Wir kommen nun zur Wirkung der Kunstdüngung

[1]) Journal für Landw. 1904. Bodenbakteriologische und bodenchemische Studien.

[2]) Arbeiten der Moorversuchsstation Bremen. Vierter Bericht, Abschnitt IV. Landw. Jahrbücher 1898. Erg.-Band.

ohne Stalldung. Da Stickstoff und Phosphorsäure am Aufbau der Eiweißmoleküle beteiligt und erforderlich sind, so müßte sich ihr Fehlen in einer Depression des Proteingehaltes bemerkbar machen. Dies trifft hier auch zu. Am stärksten bemerkbar macht sich das Fehlen des Stickstoffs, indem die Kartoffeln der Parzelle 15 mit 6,78 % den niedrigsten Proteingehalt haben, was gegenüber Vollkunstdüngung eine Erniedrigung von 1,60 % bedeutet. Ihr am nächsten steht die Parzelle mit fehlender Phosphorsäure mit einem Proteingehalt der Kartoffeln von 7,73 % und einer Erniedrigung von nur 0,33 %, bezogen auf Vollkunstdüngung. Der Proteingehalt der Kartoffeln der Parzelle mit Vollkunstdüngung ist 8,06 % (— 0,68 % gegen ungedüngt). Das Fehlen des Kalis hat eine Steigerung des Proteingehaltes zur Folge, und es haben die Kartoffeln von Parzelle 17 mit 8,90 % den höchsten Wert (+ 0,84 % gegen Vollkunstdüngung).

Wie hat nun die Volldüngung und das Fehlen eines der Nährstoffe hierbei auf den Proteingehalt der Kartoffeln gewirkt? Die Kartoffeln der Volldüngungsparzelle 34 haben einen Proteingehalt von 8,98 %, von Parzelle 38 einen solchen von 8,49 %. Das Fehlen des Stickstoffs macht sich auch hier in der gleichen Weise bemerkbar, indem die Kartoffeln der Parzellen 26, 30, 31 und 32 wiederum den niedrigsten Proteingehalt zeigen.

Über die Frage, ob die Stickstoffdüngung Einfluß hat auf die Qualität der Ernteprodukte, liegt ein sehr großes Zahlenmaterial vor. Es liegen eine Reihe von Versuchen vor, die eine ganz normale Entwicklung der Pflanzen ohne Proteinerhöhung bei Stickstoffdüngung aufweisen. In einer ganzen Anzahl von Fällen erfolgte anderseits eine Proteinerhöhung bei Stickstoffdüngung. Nach Heft 34 der Berichte über Landwirtschaft[1]) ist der Einfluß der Stickstoffdüngung auf den prozentigen Stickstoffgehalt der Ernteprodukte fast durchweg nur ein geringer gewesen. Nach Heft 129 der Arbeiten der D. L. G.[2]) hat die Düngung im Mittel aller Versuche den prozentigen Stickstoffgehalt der Kartoffeln etwas erhöht, aber der Einfluß ist nicht erheblich gewesen. H. Weitzel[3]) kommt in seiner Dissertation zu dem Ergebnis, daß der Stickstoff das Bestreben hat, sich in erster Linie in Richtung auf die Masse zu betätigen und erst einen hierfür nicht mehr verwertbaren Überschuß für eine Gehaltssteigerung zu verwenden. Bei meinem Versuche macht sich jedenfalls das Vor-

[1]) Feldversuche über die Wirkung verschiedener stickstoffhaltiger Düngemittel.
[2]) Versuche über Stickstoffdüngung der Kulturpflanzen.
[3]) H. Weitzel, l. c. diese Arbeit Seite 4.

handensein und das Fehlen des Stickstoffs sehr deutlich im Proteingehalte bemerkbar.

Das Fehlen der Phosphorsäure auf Parzelle 25 und 29 macht sich wenig bemerkbar. In Heft 25 der Arbeiten der D. L. G.[1]) finde ich als Ergebnis zahlreicher Versuche: „Die Phosphorsäuredüngungen haben selbst bei den ungewöhnlich hohen Gaben von 30 bis 60 kg auf ¼ ha keinerlei Einfluß auf den Gehalt der Kartoffeln an Rohprotein ausgeübt."

Ganz auffallend macht sich auch hier wieder das Fehlen des Kalis auf Parzelle 24 und 28 bemerkbar. Die Kartoffeln von Parzelle 24 erreichen einen Proteingehalt von nicht weniger als 10,14 %, die von Parzelle 28 einen solchen von 9,92 %, mithin Erhöhungen gegen Volldüngung um 1,16% und 1,43%. Betrachten wir endlich noch die Parzellen 35 und 36, so hat auch hier das Fehlen des Kalis auf Parzelle 36 den Proteingehalt um 1,5 % gesteigert. Die Parzellen liegen so weit auseinander, und die Unterschiede sind so beträchtlich, daß ein Zufall oder Analysenfehler nicht in Betracht kommen kann.

Wir kommen zu dem Ergebnis:

„Das Kali oder die in den Kalisalzen enthaltenen chlorhaltigen Nebensalze scheinen auf die Eiweißbildung in der Kartoffelzelle einen nachteiligen Einfluß auszuüben, denn es hat einerseits die einseitige Kalidüngung den Proteingehalt gegenüber ungedüngt um rund 50 % deprimiert, anderseits hat das Fehlen des Kalis gegenüber Volldüngung auf allen in Betracht kommenden Parzellen (17, 24, 28 und 36) eine erhebliche Steigerung des Proteingehaltes zur Folge.

Einseitige Stickstoffdüngung und Gründüngung haben die Eiweißbildung in der Kartoffelzelle sehr gefördert, das Fehlen des Stickstoffs auf Parzelle 15, 26, 30, 31 und 32 läßt den Proteingehalt immer beträchtlich sinken.

Von den Phosphorsäuredüngern hat nur Thomasschlacke, einseitig angewandt, die Proteinbildung günstig beeinflußt. Das Fehlen der Phosphorsäure kommt wenig oder gar nicht zur Geltung."

[1]) Citratlösliche und wasserlösliche Phosphorsäure im Anbau von Kartoffeln.

Von verschiedener Seite wird behauptet: Je höher der Gehalt der Kartoffeln an stickstoffhaltigen Bestandteilen, desto geringer ist der Stärkegehalt. Es hätte dann also das für Braugerste geltende Haasesche Gesetz auch für die Kartoffeln seine Gültigkeit. Daß diese Beziehung keinesfalls gilt, zeigen meine Ergebnisse. Es fällt gerade der höchste Stärkegehalt (Parzelle 9) mit einem der höchsten Proteingehalte zusammen, und auch andere Parzellen mit hohem Stärkegehalt haben hohen Proteingehalt. Anderseits haben Parzellen mit niedrigem Stärkegehalt auch einen niedrigen Proteingehalt, und es fällt bei meinem Versuche zufällig auch der niedrigste Stärkegehalt mit dem niedrigsten Proteingehalt zusammen (Parzelle 5 und 6). Es kann also die trockensubstanz- bzw. stärkereiche Kartoffel auch reich an Eiweiß sein, und umgekehrt können eiweißarme Kartoffeln einen niedrigen Trockensubstanz- bzw. Stärkegehalt haben. Das Haasesche Gesetz kann nicht auf die Kartoffel übertragen werden. Von Sjollema[1]) bei Kartoffeln ausgeführte Untersuchungen ergaben tatsächlich, daß der höchste Stärkegehalt mit dem niedrigsten Eiweißgehalt zusammenfällt und umgekehrt. Meine Untersuchungen bestätigen dies in keiner Hinsicht.

Nicht minder wichtig als die prozentige Rohproteinproduktion ist die absolute. Es wurden geerntet je ¼ ha von

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parzelle | 1 | 59,0 kg | Rohprotein | Parzelle | 21 | 160,5 kg | Rohprotein |
| = | 2 | 71,5 = | = | = | 22 | 106,3 = | = |
| = | 3 | 64,0 = | = | = | 23 | 130,0 = | = |
| = | 4 | 75,0 = | = | = | 24 | 195,5 = | = |
| = | 5 | 30,5 = | = | = | 25 | 152,0 = | = |
| = | 6 | 32,5 = | = | = | 26 | 123,5 = | = |
| = | 7 | 83,0 = | = | = | 27 | 160,5 = | = |
| = | 8 | 80,5 = | = | = | 28 | 181,5 = | = |
| = | 9 | 91,5 = | = | = | 29 | 177,5 = | = |
| = | 10 | 61,0 = | = | = | 30 | 102,5 = | = |
| = | 11 | 100,0 = | = | = | 31 | 125,5 = | = |
| = | 13 | 159,0 = | = | = | 32 | 112,5 = | = |
| = | 14 | 184,5 = | = | = | 33 | 140,5 = | = |
| = | 15 | 80,5 = | = | = | 34 | 127,0 = | = |
| = | 16 | 136,5 = | = | = | 35 | 168,5 = | = |
| = | 17 | 137,0 = | = | = | 36 | 216,5 = | = |
| = | 18 | 154,5 = | = | = | 37 | 126,5 = | = |
| = | 19 | 114,5 = | = | = | 38 | 129,0 = | = |

Auch hier wieder ein auffallend niedriger Ertrag bei einseitiger Kalidüngung, eine gute Wirkung bei einseitiger Stickstoff- und Grün-

[1]) Journal für Landwirtschaft, Band 47.

düngung. Das Fehlen von Stickstoff deprimiert überall die Erträge an Rohprotein, das Fehlen des Kalis steigert sie. Den höchsten Ertrag mit 216,5 kg Rohprotein je ¼ ha erreicht Parzelle 36 (Volldüngung — Kali).

## V. Rohfaser.

Unter Roh- oder Holzfaser versteht man nach Kellner den durch eine bestimmte Behandlung der Futter- und Nahrungsmittel mit verdünnten Säuren und Alkalien von bestimmtem Gehalt verbleibenden Rückstand. Die Rohfaser wurde nach dem Verfahren von Holdefleiß bestimmt. Es genügten auch hier zwei Bestimmungen, um einwandfreie Resultate zu bekommen. Der Rohfasergehalt der Kartoffel ist ja ein sehr geringer. Die folgenden Ergebnisse bedeuten den Gehalt der Kartoffel an aschefreier Rohfaser in der wasserfreien Trockensubstanz.

| | Aschefreie Rohfaser in der Trockensubstanz | | Aschefreie Rohfaser in der Trockensubstanz |
|---|---|---|---|
| Parzelle 1 | 4,5 % | Parzelle 21 | 3,3 % |
| " 2 | 3,1 " | " 22 | 4,4 " |
| " 3 | 5,1 " | " 23 | 3,4 " |
| " 4 | 3,5 " | " 24 | 3,1 " |
| " 5 | 3,6 " | " 25 | 3,3 " |
| " 6 | 4,0 " | " 26 | 3,1 " |
| " 7 | 3,9 " | " 27 | 3,8 " |
| " 8 | 2,9 " | " 28 | 4,3 " |
| " 9 | 3,5 " | " 29 | 3,4 " |
| " 10 | 3,6 " | " 30 | 3,4 " |
| " 11 | 4,7 " | " 31 | 4,8 " |
| " 13 | 2,6 " | " 32 | 4,6 " |
| " 14 | 2,5 " | " 33 | 3,4 " |
| " 15 | 3,7 " | " 34 | 4,3 " |
| " 16 | 3,0 " | " 35 | 3,6 " |
| " 17 | 3,6 " | " 36 | 3,2 " |
| " 18 | 4,0 " | " 37 | 2,8 " |
| " 19 | 3,5 " | " 38 | 3,6 " |

Über den Einfluß der Düngung auf den Rohfasergehalt der Pflanzen gehen die Angaben in der Literatur weit auseinander. Nach Pott[1]) soll nach stark stickstoffreichen Düngungen der Rohfasergehalt erhöht werden. Meine Ergebnisse bestätigen das Gegenteil, denn es haben die Parzellen 13 und 14, die einseitig mit Stickstoff gedüngt sind,

[1]) Pott, Handbuch der tierischen Ernährung und der landwirtschaftlichen Futtermittel.

den niedrigsten Rohfasergehalt zu verzeichnen. Untersuchungen von Vageler-Königsberg[1]) bestätigen, daß einseitige Stickstoffdüngung bei Kartoffeln den Rohfasergehalt stark deprimiert. Erklären können wir uns diese Erniedrigung vielleicht dadurch, daß durch starke Stickstoffdüngung langgestreckte dünnwandige Zellen entstehen, so daß weniger Zellwandsubstanz im ganzen vorhanden ist.

Den höchsten Rohfasergehalt haben die ungedüngten Parzellen aufzuweisen mit 4,7 % im Mittel. Auch Ebert[2]) findet, daß durch die Düngung der Rohfasergehalt erniedrigt wird.

Auch die Stalldungparzellen haben mit 4,4 % einen relativ hohen Gehalt an Rohfaser.

Ein hoher Rohfasergehalt wurde noch erzielt durch einseitige Düngung mit Endlaugenkalk und präpariertem Kalk, letzterer erreicht mit 5,1 % Rohfasergehalt der Kartoffeln den höchsten Wert.

Weitere Urteile, in welcher Weise die Düngung den Gehalt der Kartoffeln an Rohfaser beeinflußt, lassen sich nach meinen Ergebnissen nicht gewinnen.

Es wurden je ¼ ha geerntet von

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parzelle | 1 | 43,5 kg | Rohfaser | Parzelle | 21 | 51,0 kg | Rohfaser |
| = | 2 | 27,5 = | = | = | 22 | 57,5 = | = |
| = | 3 | 43,0 = | = | = | 23 | 62,5 = | = |
| = | 4 | 27,0 = | = | = | 24 | 60,0 = | = |
| = | 5 | 26,5 = | = | = | 25 | 60,5 = | = |
| = | 6 | 29,0 = | = | = | 26 | 51,0 = | = |
| = | 7 | 39,5 = | = | = | 27 | 68,5 = | = |
| = | 8 | 29,0 = | = | = | 28 | 79,0 = | = |
| = | 9 | 31,5 = | = | = | 29 | 70,5 = | = |
| = | 10 | 38,5 = | = | = | 30 | 52,0 = | = |
| = | 11 | 51,0 = | = | = | 31 | 76,5 = | = |
| = | 13 | 38,5 = | = | = | 32 | 66,5 = | = |
| = | 14 | 42,5 = | = | = | 33 | 60,0 = | = |
| = | 15 | 44,0 = | = | = | 34 | 68,5 = | = |
| = | 16 | 53,5 = | = | = | 35 | 73,5 = | = |
| = | 17 | 55,5 = | = | = | 36 | 60,5 = | = |
| = | 18 | 71,0 = | = | = | 37 | 41,5 = | = |
| = | 19 | 49,5 = | = | = | 38 | 55,0 = | = |

Den niedrigsten Ertrag hat Parzelle 5 (einseitige Kainitdüngung) mit 26,5 kg, den höchsten hat Parzelle 28 (Volldüngung — Kali) mit 79 kg.

[1]) Fühlings landw. Ztg. 1906, Heft 16.

[2]) Mitteilungen des landw. Instituts Leipzig.

## VI. Rohasche.

Zur Bestimmung des Gehaltes an Mineralstoffen wurden 5 g der feingemahlenen wasserfreien Substanz in einem Platintiegel so lange geglüht, bis das Gewicht der Asche konstant blieb. Aus dem Gewichtsverlust wurde der Aschengehalt in der üblichen Weise berechnet. Es genügten im allgemeinen zwei Bestimmungen. Die Ergebnisse sind folgende:

| | Rohasche in der wasserfreien Trockensubstanz | | Rohasche in der wasserfreien Trockensubstanz |
|---|---|---|---|
| Parzelle 1 | 4,90 % | Parzelle 21 | 4,36 % |
| " 2 | 4,88 " | " 22 | 4,45 " |
| " 3 | 4,39 " | " 23 | 5,74 " |
| " 4 | 4,63 " | " 24 | 4,39 " |
| " 5 | 6,15 " | " 25 | 5,00 " |
| " 6 | 6,00 " | " 26 | 5,23 " |
| " 7 | 4,50 " | " 27 | 5,42 " |
| " 8 | 4,26 " | " 28 | 4,33 " |
| " 9 | 4,30 " | " 29 | 4,79 " |
| " 10 | 4,70 " | " 30 | 5,14 " |
| " 11 | 4,32 " | " 31 | 4,92 " |
| " 13 | 3,96 " | " 32 | 4,83 " |
| " 14 | 3,86 " | " 33 | 4,78 " |
| " 15 | 4,97 " | " 34 | 4,43 " |
| " 16 | 4,70 " | " 35 | 4,26 " |
| " 17 | 4,62 " | " 36 | 4,05 " |
| " 18 | 4,80 " | " 37 | 3,99 " |
| " 19 | 4,98 " | " 38 | 4,44 " |

Nach Hayduck[1]) beträgt der Aschegehalt der Kartoffel zwischen 2 und 6 % der Trockensubstanz, im Mittel etwa 3,8 %. Von der Asche sind etwa drei Viertel wasserlöslich. Die Asche besteht in weit überwiegender Menge aus Kali und Phosphorsäure und enthält weiter Na, Ca, Mg, $Fe_2O_3$, $H_2SO_4$, Cl und Kieselsäure.

Hat die Düngung bei meinem Versuche den Aschengehalt der Kartoffeln beeinflußt? Wir betrachten zunächst wieder die fehlerhafte einseitige Düngung.

Die einseitige Kalidüngung verleugnet auch hier ihre Sonderstellung nicht, sie erzeugte nämlich den höchsten Aschegehalt: Kainit 6,15 %, 40 %iges Kali 6 %, mithin Erhöhungen gegenüber ungedüngt von 1,83 und 1,68 %. Setzen wir den Aschegehalt, wie er durch ungedüngt erreicht wurde, gleich 100, dann sind die Wirkungsprozente 142 für Kainit, 139 für 40 %iges Kalisalz.

[1]) Hayduck, l. c. diese Arbeit Seite 7.

Es fällt also der höchste Aschegehalt zusammen mit dem niedrigsten Trockensubstanz-, Stärke- und Proteingehalt. Es handelt sich hier wohl um eine über den Bedarf der Pflanze hinausgehende „Luxusaufnahme", der wir bei der Düngung nicht Rechnung zu tragen brauchen. Es werden die im Überschuß vorhandenen löslichen Nährstoffe zwar von der Pflanze aufgenommen und abgelagert, aber nicht zu organischer Pflanzenmasse verarbeitet. Sie bleiben als Salze, wie im Erdboden, so jetzt in der Pflanze unverändert und ohne physiologische Wirkung unverwertet liegen. Das ist Luxusaufnahme von Mineralien[1]).

Schon Sjollema[2]) hat festgestellt, daß die Chlorverbindungen in den Düngestoffen eine erhöhte Chloraufnahme und infolgedessen eine erhöhte Salzaufnahme der Kartoffeln und also einen höheren Salzgehalt bewirken. Die Chlorverbindungen erhöhen also die Quantität Kali, welche von den Kartoffeln aufgenommen wird.

Vageler-Königsberg bestätigt, daß einseitige Kalidüngung die Aufnahme von Asche, Chlor und Kali befördert.

Die einseitige Stickstoffdüngung steht in vollem Gegensatz zur Kalidüngung durch Erzeugung von Kartoffeln mit niedrigstem Aschegehalt: 3,96 % für schwefelsaures Ammoniak, 3,86 % für Kalkstickstoff, mithin Erniedrigungen gegenüber ungedüngt von 0,36 % und 0,46 %. Die Wirkungsprozente sind 92 und 90.

Nach Untersuchungen von Lawes und Gilbert[3]) lieferten die mit Stickstoff allein gedüngten Kartoffelpflanzen die aschearmsten, die mit Mineraldünger die aschereichsten Knollen.

Vageler-Königsberg bestätigt dieses Ergebnis.

Es fällt bei meinem Versuche demnach der niedrigste Aschegehalt zusammen mit dem höchsten Proteingehalt.

Einseitige Phosphorsäure-, Kalk-, Stallmist- und Gründüngung zeigen bezüglich des Aschegehaltes der Knollen keine Besonderheiten und überschreiten den Aschegehalt von ungedüngt nur wenig nach oben und unten.

Von den mit Kunstdünger ohne Stalldung beschickten Parzellen hat die mit Vollkunstdüngung den höchsten Aschegehalt mit 4,98 %. Das würde ja der Behauptung entsprechen, daß reichliche Mineraldüngung die aschereichsten Knollen liefert. Ihr gleich steht die Parzelle mit fehlendem Stickstoff. Den niedrigsten Aschegehalt hat die Parzelle ohne Kali mit 4,62 %.

[1]) Nach Wölfer, Grundsätze und Ziele neuzeitlicher Landwirtschaft.
[2]) Journal für Landwirtschaft 1899.
[3]) Versuche in Rothamsted, Biedermanns Ctrbl. 1889.

Betrachten wir nun noch die Wirkung der Volldüngung auf den Aschegehalt der Kartoffeln. Die Kartoffeln der Vergleichs-Volldüngungsparzellen haben einen genau übereinstimmenden Aschegehalt. Parzelle 34 — 4,43 %, Parzelle 38 — 4,44 %. Das Fehlen des Stickstoffs auf den Parzellen 26, 30, 31 und 32 erhöht auch hier wieder den Aschegehalt der Kartoffeln auf 5,23, 5,14, 4,92 und 4,83 %. Wenn reichliche Stickstoffdüngung, wie ja Parzelle 13 und 14 zeigen, den Aschegehalt erniedrigt, dann muß sich das Fehlen des Stickstoffs ja auch in einer Erhöhung des Aschegehalts bemerkbar machen. Das Fehlen des Kalis anderseits bewirkt, wie oben schon auf Parzelle 17, so auch auf Parzelle 24 und 28 wieder eine Depression des Aschegehaltes auf 4,39 und 4,33 %. Dasselbe Bild zeigen Parzelle 35 und 36: es haben die Kartoffeln von Parzelle 36 durch das Fehlen des Kalis einen um 0,21 % geringeren Aschegehalt. Starke Kaligaben steigern den Aschegehalt der Kartoffelknolle bedeutend; wenn das Fehlen des Kalis den Aschegehalt erniedrigt, dann ist das nichts Auffallendes. Auffallend bemerkbar dagegen macht sich das Fehlen des Kalkes auf Parzelle 23 und 27 durch eine Erhöhung des Aschegehaltes von 1,31 und 0,98 % gegenüber Volldüngung. Setzen wir den Aschegehalt der Kartoffeln der Volldüngungsparzellen gleich 100, dann sind die Wirkungszahlen für die Parzellen 23 und 27 130 und 122. Es besteht eine Übereinstimmung mit den Parzellen 5 und 6, die ja den höchsten Aschegehalt haben, insofern, als durch langjährige, einseitige Kalidüngung der Boden an Kalk vollständig verarmt.

Aus vorliegenden Feststellungen geht hervor:

„Einseitige Kalidüngung erhöhte den Aschegehalt der Kartoffelknollen beträchtlich, einseitige Stickstoffdüngung erniedrigte ihn. Alle Parzellen mit fehlendem Kali haben in ihrem Verbande den niedrigsten Aschegehalt (Parzellen 17, 24, 28, 36), das Fehlen des Stickstoffs (Parzellen 15, 26, 30, 31, 32) macht sich in einer Erhöhung des Aschegehaltes bemerkbar. Gegenüber Volldüngung verursachte das Fehlen von Kalk eine beträchtliche Steigerung des Aschegehaltes."

Es ist also der Aschegehalt einer Sorte durch die Düngung in nicht geringem Maße beeinflußbar. Bei meinem Versuche fällt der höchste Aschegehalt zusammen mit dem niedrigsten Trockensubstanz-, Stärke- und Proteingehalt, der niedrigste Aschegehalt mit dem höchsten Proteingehalt.

## VII. Stickstofffreie Extraktstoffe.

Nach Kellner faßt man unter der Bezeichnung stickstofffreie Extraktstoffe alle diejenigen Bestandteile der Futter- und Nahrungsmittel zusammen, die nicht zu einer der bereits genannten Stoffgruppen gehören. Demnach finden wir den prozentigen Gehalt der Kartoffeln an stickstofffreien Extraktstoffen in der Trockensubstanz, wenn wir die Prozentzahlen für Rohprotein, Rohfett, Rohfaser und Rohasche zusammenzählen und den erhaltenen Betrag von 100 abziehen.

Die Gruppe der stickstofffreien Extraktstoffe umschließt: 1. Kohlehydrate (überwiegend), 2. Pentosane, 3. inkrustierende Stoffe und 4. organische Säuren.

Der Gehalt der Kartoffeln an stickstofffreien Extraktstoffen in der wasserfreien Trockensubstanz ist folgender:

**Stickstofffreie Extraktstoffe in der wasserfreien Trockensubstanz:**

| Parzelle Nr. | Summe % | davon Stärke % | davon andere Stoffe % | Parzelle Nr. | Summe % | davon Stärke % | davon andere Stoffe % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 83,80 | 72,85 | 10,95 | 21 | 81,49 | 73,04 | 8,45 |
| 2 | 83,51 | 75,88 | 7,63 | 22 | 82,73 | 71,86 | 10,87 |
| 3 | 82,54 | 65,80 | 16,74 | 23 | 83,22 | 68,28 | 14,94 |
| 4 | 81,75 | 77,09 | 4,66 | 24 | 82,03 | 71,42 | 10,61 |
| 5 | 85,59 | 69,95 | 15,64 | 25 | 82,97 | 78,19 | 4,78 |
| 6 | 85,03 | 70,59 | 14,44 | 26 | 83,71 | 69,95 | 13,76 |
| 7 | 82,94 | 69,32 | 13,62 | 27 | 81,13 | 76,73 | 4,40 |
| 8 | 84,37 | 69,75 | 14,62 | 28 | 80,89 | 75,00 | 5,89 |
| 9 | 81,63 | 70,54 | 11,09 | 29 | 82,75 | 72,19 | 10,56 |
| 10 | 85,41 | 72,19 | 13,22 | 30 | 84,20 | 69,33 | 14,87 |
| 11 | 81,79 | 73,16 | 8,63 | 31 | 81,89 | 73,33 | 8,56 |
| 13 | 82,40 | 70,50 | 11,90 | 32 | 82,37 | 71,23 | 11,14 |
| 14 | 82,44 | 71,13 | 11,31 | 33 | 83,42 | 71,62 | 11,80 |
| 15 | 84,03 | 67,64 | 16,39 | 34 | 81,78 | 74,29 | 7,49 |
| 16 | 84,17 | 66,51 | 17,66 | 35 | 83,24 | 73,27 | 9,97 |
| 17 | 82,45 | 70,72 | 11,73 | 36 | 82,67 | 70,71 | 11,96 |
| 18 | 82,10 | 67,75 | 14,35 | 37 | 84,28 | 70,51 | 13,77 |
| 19 | 83,14 | 67,98 | 15,16 | 38 | 83,01 | 75,71 | 7,30 |

Es schwankt danach der Gehalt der Kartoffeln an stickstofffreien Extraktstoffen in der Trockensubstanz von 80,89 bis 85,59 %. Die höchsten Werte wurden erzielt durch einseitige Düngung mit Kali und Superphosphat.

Von diesen stickstofffreien Extraktstoffen ist in der Kartoffel der größte Teil natürlich Stärke. Es schwankt der Stärkegehalt von 65,80 bis 78,19 %.

Der Gehalt an Nichtstärkestoffen schwankt von 4,40 bis 17,66 %, ist also sehr erheblichen Schwankungen unterworfen. Unsere Kenntnisse über diese organischen Nichtstärkestoffe der Kartoffeln sind sehr gering, trotzdem sie ohne Zweifel von großer Bedeutung sind für Haltbarkeit, Geschmack und Geruch der Kartoffel, denn es handelt sich hier um Zucker, Säuren, Aromastoffe, Gummiarten, Pektin- und Farbstoffe.

Der Zuckergehalt der Kartoffel, der sich aus Rohrzucker und Invertzucker zusammensetzt, wechselt außerordentlich und kann nach Hayduck, wie schon erwähnt, zwischen 0 und 5 % schwanken, und zwar ist er abhängig von Sorte, Kulturbedingungen, Reifezustand, Lagerungs- und Transportbedingungen. Noch weit höhere Zuckergehalte findet man unter den spezifischen Süßkartoffeln. Saare[1]) beobachtete Schwankungen von 0,4 bis 3,4 % der frischen Kartoffeln, entsprechend etwa 1,5 bis 13 % der Trockensubstanz.

Der Gehalt der Kartoffeln an Pentosanen wurde von Saare zu 0,74 bis 0,95 % der frischen, bzw. 3,25 bis 4 % der Trockensubstanz festgestellt.

Die Säuren, die man in der Kartoffel bisher gefunden hat, sind Oxalsäure, Zitronensäure, Milchsäure, Arabinsäure, Bernsteinsäure; die saure Reaktion der Kartoffeln, auf Milchsäure berechnet, beträgt 0 bis 0,1 %.

Über Gummiarten und Pektinstoffe in der Kartoffel liegen sehr wenige Forschungen vor.

Weitere Forschungen auf diesem Gebiete sind unbedingt wünschenswert und werden sicherlich interessante Ergebnisse bringen. Da diese Stoffe der Hauptsache nach im Zellsaft gelöst sind, so kann ihre Erforschung nach Hayduck auch als eine Erforschung des Kartoffelsaftes bezeichnet werden.

Was den Einfluß der Düngung auf den Gehalt an solchen Nichtstärkestoffen in der Kartoffel betrifft, so läßt sich nach meinen Ergebnissen nicht allzuviel sagen, da die Zahlen zu sehr abweichen. Einen hohen Gehalt mit 15,64 und 14,44 % haben die Parzellen mit einseitiger Kalidüngung, einen niedrigen Gehalt mit 8,63 % im Mittel die ungedüngten Parzellen. Einen mittleren Gehalt bewirkt einseitige Stickstoffdüngung: Parzelle 13 — 11,90 %, Parzelle 14 — 11,31 %. Die Werte für einseitige Phosphorsäuredüngung sind 14,62 % für Knochenmehl Eins a, 11,09 % für Thomasschlacke und 13,22 % für Superphosphat. Einseitige Kalkdüngung wirkte gänzlich verschieden,

[1]) Nach Remy, Der Kartoffelbau Seite 18.

indem der Gehalt an Nichtstärkestoffen durch die verschiedenen Kalkdünger von 4,66 bis 16,74 % schwankt. Die durch Gründung und Stalldung erzielten Werte sind 8,45 und 10,87 %.

## VIII. Schorfbefall.

Die unmittelbar nach der Ernte der Kartoffeln vorgenommene Untersuchung auf Schorfbefall hatte folgendes Ergebnis:

| | Schorfbefall | | Schorfbefall |
|---|---|---|---|
| Parzelle 1 | gering | Parzelle 21 | ohne |
| " 2 | stark | " 22 | gering |
| " 3 | " | " 23 | stark |
| " 4 | sehr stark | " 24 | " |
| " 5 | stark | " 25 | " |
| " 6 | gering | " 26 | sehr stark |
| " 7 | sehr stark | " 27 | stark |
| " 8 | stark | " 28 | " |
| " 9 | " | " 29 | " |
| " 10 | ohne | " 30 | sehr stark |
| " 11 | " | " 31 | stark |
| " 12 | " | " 32 | sehr stark |
| " 13 | " | " 33 | stark |
| " 14 | " | " 34 | " |
| " 15 | stark | " 35 | " |
| " 16 | gering | " 36 | " |
| " 17 | " | " 37 | gering |
| " 18 | " | " 38 | stark |
| " 19 | " | " 39 | gering |
| " 20 | ohne | | |

Der Schorf besteht aus borkigen, korkartigen Bildungen der Schale, welche bald mehr, bald weniger in die Tiefe gehen, sich gelegentlich auch auf der Oberfläche erheben und dementsprechend als Tief-, Flach- oder Buckelschorf bezeichnet werden. Ihrem Wesen nach sind die Schorfbildungen abnorme Korkwucherungen der Schale. Die Entstehung ist auf das Eindringen von Mikroorganismen durch die Korkporen der Schale in das darunter liegende Knollengewebe zurückzuführen[1]). Daß der Schorf durch Organismen hervorgerufen wird, ergibt sich daraus, daß Erde, in der die Kartoffeln schorfig werden, keinen Schorf mehr erzeugt, wenn sie sterilisiert worden ist. Derartige Versuche wurden 1896 von Frank und Krüger[2]) angestellt. Es leben also die Bakterien im Ackerboden und wandern von dort auf

[1]) Nach Remy, Der Kartoffelbau.
[2]) Zeitschrift für Spiritusindustrie 1896.

die Kartoffeln über, werden also im allgemeinen nicht durch die Saatkartoffel übertragen. So kann schorfiges Saatgut eine gesunde Ernte liefern und umgekehrt. Wir müssen daher dafür sorgen, daß den Bakterien im Boden möglichst ungünstige Lebensbedingungen geboten werden. Sie sollen nun in neutralen oder schwach alkalischen Nährlösungen am besten gedeihen, daher Mergelung und Kalkung, frischer tierischer Dung, Bauschutt usw. den Schorf befördern sollen. Es liegen hierüber zahlreiche Versuche vor, die diese Ansicht bestätigen und verneinen.

Sorauer[1]) behauptet, daß Stallmistdüngung, Asche und Kalkzufuhr direkt begünstigend auf das Wachstum der Bakterien wirken werden. Der Kalk werde durch seine Alkalinität den Bakterien willkommen sein bei Überwindung der Säure.

Später von ihm ausgeführte Feldversuche[2]) ergaben, daß Kalk allein, obgleich ein Teil der Knollen direkt mit dem Kalk in Berührung gefunden wurde, nicht schorfbegünstigend gewirkt hat.

Bei den schon erwähnten Versuchen von Frank und Krüger stellte sich heraus, daß die mit gebranntem Kalk gedüngten unsterilisierten Töpfe fast ganz schorffrei waren; wahrscheinlich hatte der Kalk desinfizierend gewirkt.

Schellenberger-Meißen[3]) weist in seiner Abhandlung über den Kartoffelschorf darauf hin, daß die Kalkung mit Ätzkalk oder Mergel entweder direkt zu Kartoffeln oder unmittelbar nach deren Aberntung vorgenommen wird, weil erfahrungsgemäß der Schorf im Jahre der Kalkung am wenigsten auftritt, der Einfluß der Kalkung aber nach Verlauf mehrerer Jahre bis zur Wiederkehr der Kartoffeln erheblich abgeschwächt ist.

Von Remy[4]) angestellte Versuche über den Kartoffelschorf sollten darüber Auskunft geben, ob die Schorfbildung beeinflußt wird durch Kalk und Mergel, durch Kalidüngung und durch verschiedene Mistsorten. Es konnte ein Einfluß der einen oder der anderen Düngung auf die Schorfbildung nicht beobachtet werden.

Schmidt-Halle[5]) kommt durch Beobachtungen über das Schorfigwerden der Kartoffeln zu folgenden Folgerungen:

[1]) Der Landwirt, 27. Jahrgang, Nr. 87.

[2]) Zeitschr. der Landwirtschaftskammer der Prov. Schlesien, 2. Jahrgang, Nr. 21.

[3]) Jahresbericht über Landwirtschaft 1895.

[4]) Jahresbericht über Landwirtschaft 1898.

[5]) Landw. Wochenschrift f. d. Prov. Sachsen 1901.

1. Trockene Jahre und Böden begünstigen die Schorfbildung.
2. Kalkmangel unterstützt das Schorfigwerden in erheblichem Maße.
3. Ätzkalk begünstigt das Schorfigwerden nicht.
4. Die Nachzucht schorfiger Kartoffeln wird nur dann schorfig, wenn die Bodenverhältnisse es bedingen.

Zahlreiche von der D. L. G. durchgeführte Düngungsversuche[1]) sollten u. a. auch die Frage klären, ob die Kalkung einen Einfluß auf das Auftreten der Schorfkrankheit bei Kartoffeln hat. Wirklich einwandsfreie Beziehungen der Kalkwirkung zu dem Auftreten der Krankheit konnten nicht festgestellt werden.

Schneider-Hof Kleeberg[2]) will die Beobachtung gemacht haben, daß die direkte Düngung mit Ätzkalk zu Kartoffeln das beste Mittel gegen die Schorfkrankheit ist, wenigstens auf schweren Böden.

Wir ersehen daraus, die Ansichten der Autoren und die Ergebnisse der Versuche widersprechen sich in hohem Grade, und es herrscht bezüglich des Einflusses der Düngung auf die Schorfbildung noch große Unklarheit. Wie hat nun bei meinem Versuche die Düngung auf die Schorfbildung gewirkt? Da ergibt sich folgendes:

Einseitige Kalkdüngung hat die Schorfbildung durchweg begünstigt, was nach der jahrelangen einseitigen Düngung nicht zu verwundern ist. Sehr starken Befall bewirkten gemahlener kohlensaurer Kalk und Magnesiakalk, starken Befall gebrannter und präparierter Kalk. Am günstigsten abgeschnitten hat der Endlaugenkalk.

Einseitige Kainitdüngung erzeugte stark schorfige Kartoffeln, 40 %iges Kalisalz verursachte geringen Schorfbefall.

Die einseitig mit Knochenmehl Eins a und Thomasschlacke gedüngten Kartoffeln waren stark schorfig, die mit Superphosphat gedüngten dagegen vollkommen schorffrei. Vielleicht ist der geringe Kalkgehalt des Superphosphats als Ursache anzusehen. Die Kartoffeln von Parzelle 5 und 6 müßten dann aber auch schorffrei sein, denn durch die jahrelange einseitige Kalidüngung ist der Boden entkalkt. Es können aber sehr wohl die chlorhaltigen Nebensalze einen Einfluß auf die Schorfbildung haben, was dadurch bestätigt wird, daß 40 %iges Kalisalz mit einem geringeren Gehalt an Nebensalzen einen geringeren Schorfbefall bewirkt.

[1]) Arbeiten der D. L. G. 1905, Heft 106.
[2]) Illustr. landw. Ztg. 1907, Nr. 9.

Einseitige Stickstoffdüngung erzeugte schorffreie Kartoffeln, ebenso die ungedüngten Parzellen und Gründüngung. Stalldung bewirkte geringen Befall.

Die mit Kunstdünger ohne Stalldung gedüngten Kartoffeln zeigen geringen Schorfbefall, mit Ausnahme der Kartoffeln der Parzelle mit fehlendem Stickstoff (15), die starken Befall aufweisen. Das Fehlen des Stickstoffs macht sich auch auf den Parzellen 26, 30, 31 und 32 bemerkbar durch sehr starken Schorfbefall der Kartoffeln. Eine mit Stickstoff genügend versorgte Kartoffel scheint demnach widerstandsfähiger gegen Schorf zu sein.

Die mit Stalldung und Kunstdung gedüngten Parzellen weisen alle starken Befall auf.

Nach Remy setzen geringe Grade von Schorfbefall den Wert der Kartoffel nicht herab und sind insbesondere für Futter- und Fabrikkartoffeln ganz belanglos. Starker Schorfbefall macht dagegen Eßkartoffeln ganz unverkäuflich und bildet infolgedessen für Wirtschaften mit erheblichem Eßkartoffelbau eine wahre Kalamität.

Die Deutsche Kartoffel-Kulturstation schließt Kartoffeln, welche erheblich schorfig oder innerlich fleckig sind, von vornherein von einer Prüfung auf Speisewert aus.

Nach Eder-München[1]) dagegen stellen schorfige Kartoffeln nichts anderes als höchstens mit einem Schönheitsfehler versehene Kartoffeln dar, die in allen Eigenschaften, die sie für die Verwendung im Haushalt brauchbar machen, wie Stärkegehalt, guter Geschmack und Haltbarkeit, in nichts glattschaligen nachstehen. Daher sei auch der geringe Preiswert schorfiger Kartoffeln völlig unberechtigt.

Es stehen sich hier zwei extreme Ansichten gegenüber, und wir dürfen wohl einen mittleren Standpunkt einnehmen und sagen: schorfige Kartoffeln sind als Speisekartoffeln zwar nicht unbrauchbar, aber immerhin doch minderwertig.

Bei meinen Geschmacksprüfungen trat der Schorfbefall nirgends störend hervor.

## IX. Kochfähigkeit und Geschmack.

„Gute Speisekartoffeln sollen sich nicht zu schwer und vor allem gleichmäßig kochen lassen. Sie sollen beim Kochen leicht platzen, dürfen aber nicht ganz zerfallen. In gekochtem Zustande dürfen sie keinen irgendwie unangenehmen, strengen Geruch aufweisen. Das vollständig

[1]) Illustr. landw. Ztg. 1913, Nr. 80.

durchgekochte Innere soll ein zartes Aussehen und lockeres Gefüge zeigen und einen milden, reinen Geschmack haben[1])."

Das Kochen der Proben wurde in einem der im Haushalt gebräuchlichen Kartoffeldämpfer vorgenommen. Zur Beurteilung zog ich noch zwei Personen heran, und erst nach der Beurteilung ließ ich mir die betreffende Parzellennummer mitteilen. Die Ergebnisse dieser Prüfung, die natürlich eine gewisse Subjektivität nicht verleugnen werden, sind folgende:

I. Konsistenz:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Parzelle | 1 | mehlig | Parzelle | 21 | glasig |
| = | 2 | = | = | 22 | mehlig |
| = | 3 | = | = | 23 | = |
| = | 4 | = | = | 24 | = |
| = | 5 | wässerig | = | 25 | = |
| = | 6 | = | = | 26 | = |
| = | 7 | mehlig | = | 27 | = |
| = | 8 | = (zerfallen) | = | 28 | = |
| = | 9 | = | = | 29 | = |
| = | 10 | = | = | 30 | = |
| = | 11 | = | = | 31 | = |
| = | 12 | = | = | 32 | = |
| = | 13 | glasig | = | 33 | = |
| = | 14 | = | = | 34 | = |
| = | 15 | wässerig | = | 35 | = |
| = | 16 | mehlig | = | 36 | = |
| = | 17 | = | = | 37 | = |
| = | 18 | = | = | 38 | = |
| = | 19 | wässerig | = | 39 | = |
| = | 20 | mehlig | | | |

Wässerig waren die Kartoffeln von den Parzellen 5, 6, 15 und 19, die ja auch alle einen sehr niedrigen Stärkegehalt von unter 14 % und einen hohen Wassergehalt haben.

Die Glasigkeit der Kartoffeln von den Parzellen 13, 14 und 21 infolge hohen Proteingehaltes war eine sehr deutliche.

II. Geruch:

Durch auffallend unangenehmen, dumpfen Geruch zeichneten sich die Kartoffeln von den Parzellen 5, 6, 23 und 27 aus. Inwieweit dem Kalkmangel hier eine Bedeutung zukommt, will ich dahingestellt sein lassen. Parzelle 18, Kunstdüngung — Ca, zeigt diese Besonderheiten nicht.

[1]) Nach den Berichten der Deutschen Kartoffel-Kulturstation.

Durch feinen aromatischen Geruch zeichneten sich die Kartoffeln von Parzelle 20 (ungedüngt) aus.

III. Geschmack:

An der Bildung von Geruch und Geschmack der Kartoffeln sind aromatische Stoffe mit beteiligt. Untersuchungen liegen auf diesem Gebiete noch nicht vor. Der Geschmack der Kartoffel kann neutral, süßlich, weichlich, kräftig, also durchaus verschieden sein. Vielleicht ist auch das Verhältnis von Stärke zu den verschiedenen Zuckerarten, zu Dextrin und Pektin von Einfluß auf den Geschmack. Von den spezifischen Süßkartoffeln ist das ohne weiteres anzunehmen.

Die Kartoffeln wurden mit der üblichen Kochsalzzugabe im Dämpfer gekocht und geschmeckt. Auch die Beurteilung des Geschmacks wird wieder sehr subjektiv sein. Bedeutet 1 — sehr gut, 2 — gut, 3 — befriedigend, 4 — schlecht, dann komme ich zu folgenden Resultaten:

| Parzelle | Geschmack | Parzelle | Geschmack |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 21 | 2—3 |
| 2 | 2 | 22 | 1 |
| 3 | 2 | 23 | 3—4 |
| 4 | 2 | 24 | 2 |
| 5 | 4 | 25 | 2 |
| 6 | 4 | 26 | 2—1 |
| 7 | 2 | 27 | 3—4 |
| 8 | 2 | 28 | 2 |
| 9 | 2 | 29 | 2 |
| 10 | 2 | 30 | 2 |
| 11 | 1 | 31 | 2—1 |
| 12 | 1 | 32 | 1 |
| 13 | 3 | 33 | 2 |
| 14 | 3 | 34 | 2 |
| 15 | 3—4 | 35 | 1 |
| 16 | 2 | 36 | 1 |
| 17 | 2 | 37 | 2 |
| 18 | 2 | 38 | 2 |
| 19 | 3—4 | 39 | 1 |
| 20 | 1 | | |

Den schlechtesten Geschmack, ausgesprochen seifig, hatten die Kartoffeln von den Parzellen 5 und 6. Daß Kartoffeln nach reichlicher direkter Kalidüngung, besonders einseitiger, seifig schmecken, ist ja in der Praxis eine lang bekannte Tatsache.

Maercker[1]) stellt für die Anwendung des Kainits für Kar-

[1]) Mitteilungen der D. L. G. 1886.

toffeln u. a. fest: „Die Eigenschaft der Kartoffeln als Eßkartoffeln scheint durch die Anwendung des Kainits eher verbessert als verschlechtert zu werden. Einige Berichte sprechen sich wenigstens rühmend über die Schmackhaftigkeit der mit Kainit gedüngten Kartoffeln, ihre feine Schale und ihre Haltbarkeit aus."

1891 änderte er seine Ansicht folgendermaßen[1]): „Die Schmackhaftigkeit der Kartoffeln wurde beeinträchtigt, sobald eine bemerkbare Depression des Stärkegehaltes eintrat. Es trat hierbei ein charakteristischer Seifengeschmack hervor. Diese Erscheinung wurde indessen mehr im Sand- und Moorboden als in schweren Bodenarten beobachtet. Alle schädlichen qualitativen Einflüsse verschwanden, wenn die Kalisalze bereits zu den Vorfrüchten der Kartoffeln verwendet wurden. Dabei wurde sogar eine Erhöhung des Stärkegehaltes erzielt. Die Verwendung der Kalisalze zu den Vorfrüchten ist daher, wenn es sich um die Gewinnung von sehr schmackhaften Eßkartoffeln und von sehr stärkereichen Kartoffeln für technische Zwecke handelt, die zu empfehlende."

Nach Liebscher[2]) hat eine starke Herbstdüngung mit Kalisalzen den Geschmack nur bei denjenigen Sorten verschlechtert, welche an und für sich auch ohne Kalidünger wenig gut schmecken. Im übrigen ließ die Herbstdüngung mit Kali den Geschmack der Kartoffeln entweder unverändert, oder sie verbesserte ihn durch Vermehrung des Stärkegehaltes und der Mehligkeit der Knollen. Die Frühjahrsdüngung mit Kali hat dagegen fast ausnahmslos den Geschmack der Kartoffeln verschlechtert, was Liebscher auf zu reichliche Kaliaufnahme, aber nicht auf die Nebensalze des Kainits schiebt.

Auch bei anderen Kulturpflanzen, z. B. bei Wiesenfutter, sind schon Beobachtungen gemacht worden, daß der Geschmack, die Begehrlichkeit und sogar die Bekömmlichkeit derselben sich durch Düngung mit Kalisalzen vermindert hat.

Fleischer[3]) weist auf eine Reihe von ungünstigen Erfahrungen hin, die bei der Kali-Phosphatdüngung gemacht worden sind. Das reichliche und äußerst vorzügliche Futter wurde in einer Reihe von Fällen von den Tieren verschmäht oder doch nur nach dem Vermischen mit anderem Futter aufgenommen.

[1]) Über die Anwendung der Kalisalze als Düngemittel in der Landwirtschaft.

[2]) Journal für Landwirtschaft, Bd. 43.

[3]) Mitt. Ver. Förder. Moorkultur 1896.

Maercker, der ein derartiges Futter untersuchte, hat gefunden, daß es besonders reich an Amiden war.

Claessen[1]) meint, daß der höhere Gehalt des mit Kainit gedüngten Grases an Chlorkalium und Chlormagnesium möglicherweise geschmackverschlechternd wirkte.

Nach Pott[2]) ist jedoch anzunehmen, daß die Kainitdüngung gewisse geschmack- und geruchbildende Stoffe erzeugt, vielleicht auch nur vermindert oder vermehrt.

Claessens Ansicht, daß ein höherer Mineralgehalt in gewisser Beziehung zur Geschmacksverschlechterung steht, möchte ich nach meinen Ergebnissen zustimmen. Den schlechtesten Geschmack haben die Kartoffeln von den Parzellen 5, 6, 23 und 27. Die Kartoffeln von den Parzellen 5 und 6 (einseitige Kalidüngung) haben den höchsten Aschegehalt, der ja in der Hauptsache aus Chlorkalium und Chlormagnesium besteht, die Kartoffeln von den Parzellen 23. und 27 (Volldüngung — Ca) haben den zweithöchsten Aschegehalt. Es wurde ja schon mehrmals darauf hingewiesen, daß der Boden von Parzelle 5 und 6 durch die langjährige einseitige Kalidüngung an Kalk stark verarmt ist, so daß eine Übereinstimmung besteht. Warum bedingt nun gerade das Fehlen des Kalkes diese Verhältnisse? Vielleicht bewirkt das Fehlen des Kalkes eine Störung im Verhältnisse der einzelnen Aschebestandteile zueinander, vielleicht können gewisse Säuren nicht gebunden werden. Besonders kann ja die freie Oxalsäure bei Kalkmangel nicht durch Bildung des unlöslichen Kalkoxalats unschädlich gemacht werden.

Einen sehr guten Geschmack hatten bei meinem Versuche die Kartoffeln der ungedüngten Parzellen und der Stalldungparzellen. Ganz hervorragend schmeckte die Probe von Parzelle 20 (ungedüngt), die sich auch durch einen feinen aromatischen Geruch auszeichnete.

Nach Neye[3]) soll Stallmist zuweilen ungünstig auf den Wohlgeschmack der Knollen einwirken.

Einseitige Kalk- und Phosphorsäuredüngung wirkten auf den Geschmack der Kartoffeln gut, einseitige Stickstoffdüngung befriedigend, sicherlich infolge des engen Verhältnisses von Eiweiß zu Stärke, wie dies auch für die Gründüngungsparzelle zutrifft. Daß zu starke und zu spät angewandte Stickstoffdüngung den Wohlgeschmack und den Stärkegehalt der Kartoffeln herabdrücken kann, wird in der Literatur öfters bestätigt.

[1]) Deutsche landw. Presse 1895, Nr. 96.
[2]) Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere.
[3]) Neye, Pflanzenbaulehre.

Das Urteil befriedigend erhielten ferner die Kartoffeln von Parzelle 15 und 19; hier ist wohl der geringe Stärkegehalt die Ursache des schlechten Geschmackes.

Die Parzellen ohne Stickstoff, mit Ausnahme der schon erwähnten Parzelle 15, erzeugten Kartoffeln mit gutem bis sehr gutem Geschmack.

Condon und Bussard[1]) schließen aus ihren Untersuchungen, daß der Wert als Speisekartoffel proportional dem Stickstoffgehalte der Knollen sei. Waterstradt und Willner haben auf Anregung von Remy die Arbeit der genannten Forscher einer Nachprüfung unterzogen und dabei auch die Frage zu beantworten gesucht, ob bestimmte Beziehungen zwischen der stofflichen Zusammensetzung und dem Gebrauchswerte der Eßkartoffeln bestehen. Bezüglich letzter Frage kamen die Verfasser in Bestätigung der von Condon und Bussard gemachten Beobachtungen zu dem Schlusse, daß bei den als Eßkartoffeln besonders geschätzten Sorten das Verhältnis zwischen Gesamtstickstoff und Stärke ein enges ist. Noch deutlicher tritt die Abhängigkeit des Speisewertes von dem zwischen Eiweißstickstoff und Stärke bestehenden Verhältnis zutage. Dagegen ließ nach den Untersuchungen der Verfasser der Speisewert keine bestimmten Beziehungen zum Gehalte der Kartoffeln an Trockensubstanz, Stärke, Gesamtstickstoff, Eiweiß und Rohfaser erkennen. Das Verhalten der durch ein ungewöhnlich enges Verhältnis zwischen Eiweiß und Stärke ausgezeichneten Silesia läßt die Möglichkeit offen, daß dieses Verhältnis bei guten Eßkartoffeln gewisse Grenzen weder nach oben noch nach unten überschreiten darf. Ein Verhältnis von Eiweiß zu Stärke von 1: 12 — 16 soll ja nach Remy[2]) das beste Verhalten der Kartoffelsorten beim Kochen gewährleisten, wie in der Einleitung unter „Speisekartoffel" bereits gesagt wurde. Die praktische Bedeutung dieser Beobachtungen für die Landwirtschaft liegt darin, daß man das Verhältnis zwischen Eiweiß und Stärke durch die Düngung beeinflussen kann. Auch darauf wurde schon wiederholt hingewiesen.

## X. Der Ertrag.

Wie schon bemerkt, ist die Besprechung der Quantitätsergebnisse nicht Aufgabe der vorliegenden Arbeit, doch seien die Erträge der Vollständigkeit halber in tabellarischer Übersicht hier angeführt.

[1]) Blätter für Gersten-, Hopfen- und Kartoffelbau 1898.
[2]) Der Hackfruchtbau.

Es wurden geerntet je ¼ ha:

| Parzelle Nr. | Knollen kg | Trockensubstanz kg | Stärke kg | Rohprotein kg | Rohasche kg | Rohfaser kg |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4375 | 967,0 | 704,5 | 59,0 | 47,5 | 43,5 |
| 2 | 3875 | 883,5 | 670,5 | 71,5 | 43,0 | 27,5 |
| 3 | 3650 | 843,0 | 555,0 | 64,0 | 37,0 | 43,0 |
| 4 | 3425 | 777,5 | 599,5 | 75,0 | 36,0 | 27,0 |
| 5 | 3825 | 738,0 | 516,5 | 30,5 | 45,5 | 26,5 |
| 6 | 3850 | 720,0 | 508,0 | 32,5 | 43,0 | 29,0 |
| 7 | 4050 | 1016,5 | 704,5 | 83,0 | 46,0 | 39,5 |
| 8 | 4025 | 998,0 | 696,5 | 80,5 | 42,5 | 29.0 |
| 9 | 3500 | 903,0 | 637,0 | 91,5 | 39,0 | 31,5 |
| 10 | 4450 | 1072,5 | 774,5 | 61,0 | 50,5 | 38,5 |
| 11 | 4858 | 1146,8 | 837,7 | 100,0 | 49,5 | 51,0 |
| 13 | 6850 | 1486,5 | 1048,0 | 159,0 | 59,0 | 38,5 |
| 14 | 6875 | 1691,5 | 1203,0 | 184,5 | 65,5 | 42,5 |
| 15 | 5850 | 1193,5 | 807,5 | 80,5 | 59,0 | 44,0 |
| 16 | 8225 | 1768,5 | 1176,0 | 136,5 | 83,0 | 53,5 |
| 17 | 6925 | 1537,5 | 1087,0 | 137,0 | 71,5 | 55,5 |
| 18 | 8400 | 1797,5 | 1218,0 | 154,5 | 86,5 | 71,0 |
| 19 | 6975 | 1416,0 | 962,5 | 114,5 | 70,5 | 49,5 |
| 21 | 6350 | 1530,5 | 1117,5 | 160,5 | 66,5 | 51,0 |
| 22 | 5500 | 1326,3 | 954,8 | 106,3 | 59,0 | 57,5 |
| 23 | 8125 | 1844,5 | 1259,5 | 130,0 | 105,5 | 62,5 |
| 24 | 8350 | 1929,0 | 1378,0 | 195,5 | 84,5 | 60,0 |
| 25 | 8650 | 1825,0 | 1427,5 | 152,0 | 91,5 | 60,5 |
| 26 | 7725 | 1645,5 | 1151,0 | 123,5 | 85,5 | 51,0 |
| 27 | 8875 | 1793,0 | 1375,5 | 160,5 | 96,5 | 68,5 |
| 28 | 7900 | 1833,0 | 1374,5 | 181,5 | 79,0 | 79,0 |
| 29 | 9300 | 2074,0 | 1497,5 | 177,5 | 99,5 | 70,5 |
| 30 | 7225 | 1531,5 | 1062,0 | 102,5 | 79,0 | 52,0 |
| 31 | 7225 | 1517,5 | 1112,5 | 125,5 | 74,5 | 76,5 |
| 32 | 6400 | 1357,0 | 966,5 | 112,5 | 65,5 | 66,5 |
| 33 | 8250 | 1774,0 | 1270,5 | 140,5 | 85,0 | 60,0 |
| 34 | 7425 | 1589,0 | 1180,5 | 127,0 | 70,5 | 68,5 |
| 35 | 8775 | 2036,0 | 1492,0 | 168,5 | 87,0 | 73,5 |
| 36 | 9250 | 2211,0 | 1563,5 | 216,5 | 89,5 | 60,5 |
| 37 | 6250 | 1462,5 | 1031,5 | 126,5 | 58,0 | 41,5 |
| 38 | 7250 | 1522,5 | 1153,0 | 129,0 | 67,5 | 55,0 |

## Zusammenfassung.

Eine zusammenfassende Betrachtung aller Einzelergebnisse läßt folgende Schlußfolgerungen zu:

Die Düngung übt einen sehr wesentlichen Einfluß auf die stoffliche Zusammensetzung der Kartoffel aus.

Von allen Düngemitteln, die bei meinem Versuche zur Anwendung kamen, waren es vor allem die Kali- und Stickstoffdüngemittel, die auf die Qualität der Kartoffel einen Einfluß auszuüben vermochten, in geringerem Maße auch die Phosphorsäure- und Kalkdüngemittel. Über ihre Wirkung ist folgendes zu sagen:

Einseitige Kalidüngung wirkt stark deprimierend auf den Trockensubstanz-, Stärke- und Proteingehalt der Kartoffelknollen, erhöhend auf den Wasser- und Mineralgehalt. Auch der Geschmack der Kartoffeln wird ungünstig beeinflußt.

Das Fehlen des Kalis bei Beidüngung wirkt erhöhend auf den Trockensubstanz-, Stärke- und Proteingehalt, erniedrigend auf den Wasser- und Aschegehalt.

Das 40%ige Salz hat bei meinem Versuche etwas schlechter gewirkt als der Kainit.

Einseitige Stickstoffdüngung wirkt erhöhend auf den Proteingehalt, deprimierend auf den Asche- und Rohfasergehalt.

Das Fehlen des Stickstoffs bei Beidüngung erniedrigt den Trockensubstanz-, Stärke- und Proteingehalt, erhöht den Mineralgehalt. Die Kartoffeln zeigen starken Schorfbefall, während sie bei reichlicher Stickstoffzufuhr schorffrei sind.

Kalkstickstoff hat sich bei meinem Versuche dem schwefelsauren Ammoniak überlegen gezeigt.

Daß auch die verschiedenen Formen der Düngemittel den Prozentgehalt an Nährstoffen in unterschiedlicher Weise zu beeinflussen vermögen, zeigt besonders die Wirkung der einseitigen Phosphorsäuredüngung. Es hat die Thomasschlacke den höchsten Trockensubstanz- und Stärkegehalt, verbunden mit einem sehr hohen Proteingehalt, erzeugt; Superphosphat dagegen hat den Proteingehalt um rund 50%

erniedrigt. Knochenmehl Eins a nimmt eine mittlere Stelle ein. Die verschiedene Löslichkeit der Phosphorsäure und die Höhe und Zusammensetzung des Kalkgehaltes sind hier zweifellos von besonderer Bedeutung.

Sehr günstig auf die Qualität der Kartoffel haben auch Gründüngung und Stalldüngung gewirkt.

Dem Landwirt ist demnach durch die Düngung ein Mittel in die Hand gegeben, das Verhältnis der Nährstoffe in der Kartoffel, insbesondere von Stärke und Eiweiß, in gewissen Grenzen zu regeln, und er kann so den Ansprüchen, die je nach dem Verwendungszweck an die Qualität der Kartoffeln gestellt werden, in vieler Hinsicht gerecht werden, kurz, er kann eine qualitätsreichere Ware erzeugen. Er ist also auch bei der Kartoffel in den Stand gesetzt, wie dies schon viele Versuche erwiesen haben, die Erträge durch eine sinngemäße Düngung nicht nur quantitativ, sondern, wie auch meine Ergebnisse zeigten, auch qualitativ zu steigern.

## Noch nicht genannte Literatur.

Kellner, Grundzüge der Fütterungslehre.
König, Untersuchungen landwirtschaftlich und gewerblich wichtiger Stoffe.
Pott, Tierische Ernährung.
Krafft, Lehrbuch der Landwirtschaft.
Stutzer, Düngerlehre.
Werner, Kartoffelbau.
Maercker, Die Kalisalze.
Skazil, Das Kali als Pflanzennährstoff.
Steglich, Neuere Anschauungen und Erfahrungen über die Anwendung und Wirkung der künstlichen Düngemittel.
Bürstenbinder, Jahresberichte der Landwirtschaft.
Monatshefte für Landwirtschaft 1908.
Methodenbuch, herausgegeben vom Verband der landwirtschaftlichen Versuchsstationen in Österreich.
Illustrierte landwirtschaftliche Zeitung.
Deutsche landwirtschaftliche Presse.
Arbeiten der D. L. G. Heft 33, 34, 67.
Arbeiten der Landwirtschaftskammer für die Provinz Ostpreußen Nr. 28.
Arbeiten der Landwirtschaftskammer für das Großherzogtum Hessen Nr. 12.

# Permanenter Demonstrations-Düngungs-

| Parzelle Nr. | Düngung | Bestimmung mittels der Reimannschen Wage: Stärke % | Bestimmung mittels der Reimannschen Wage: Tr. S. % | Direkte Trockensubstanzbestimmung % |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Nur Endlaugenkalk | 16,1 | 21,9 | 22,1 |
| 2 | = gebrannter Kalk | 17,3 | 23,1 | 22,8 |
| 3 | = präparierter Kalk | 15,2 | 21,0 | 23,1 |
| 4 | = gemahlener kohlensaurer Kalk | 17,5 | 23,3 | 22,7 |
| 5 | = Kainit | 13,5 | 19,4 | 19,3 |
| 6 | = 40%iges Kalisalz | 13,2 | 19,0 | 18,7 |
| 7 | = Magnesiakalk | 17,4 | 23,2 | 25,1 |
| 8 | = Knochenmehl Eins a | 17,3 | 23,1 | 24,8 |
| 9 | = Thomasschlacke | 18,2 | 24,0 | 25,8 |
| 10 | = Superphosphat | 17,4 | 23,2 | 24,1 |
| 11 | Ungedüngt | 17,8 | 23,6 | 24,2 |
| 12 | Ungedüngt | 17,1 | 22,9 | 23,0 |
| 13 | Nur schwefelsaures Ammoniak | 15,3 | 21,1 | 21,7 |
| 14 | = Kalkstickstoff | 17,5 | 23,3 | 24,6 |
| 15 | Kunstdünger ohne Stalldung — N | 13,8 | 19,6 | 20,4 |
| 16 | Kunstdünger ohne Stalldung — P | 14,3 | 20,1 | 21,5 |
| 17 | Kunstdünger ohne Stalldung — K | 15,7 | 21,5 | 22,2 |
| 18 | Kunstdünger ohne Stalldung — Ca | 14,5 | 20,3 | 21,4 |
| 19 | Kunstdünger ohne Stalldung Vollkunstdüngung | 13,8 | 19,6 | 20,3 |
| 20 | Ungedüngt | 16,9 | 22,7 | 23,6 |
| 21 | Gründung | 17,6 | 23,4 | 24,1 |
| 22 | Stalldung | 17,4 | 23,2 | 23,8 |
| 23 | Stalldung + Kunstdung — Ca | N als Kalkstickstoff | 15,5 | 21,3 | 22,7 |
| 24 | Stalldung + Kunstdung — K | P als Thomasschlacke | 16,5 | 22,3 | 23,1 |
| 25 | Stalldung + Kunstdung — P | K als Kainit | 16,5 | 22,3 | 21,1 |
| 26 | Stalldung + Kunstdung — N | Ca als gemahlener kohlensaurer Kalk | 14,9 | 20,7 | 21,3 |
| 27 | Stalldung + Kunstdung — Ca | N als Ammoniak | 15,5 | 21,3 | 20,2 |
| 28 | Stalldung + Kunstdung — K | P als Superphosphat | 17,4 | 23,2 | 23,2 |
| 29 | Stalldung + Kunstdung — P | K als 40%iges Kalisalz | 16,1 | 21,9 | 22,3 |
| 30 | Stalldung + Kunstdung — N | Ca als präparierter Kalk | 14,7 | 20,5 | 21,2 |
| 31 | N als ..... | P als Thomasschlacke | 15,4 | 21,2 | 21,0 |
| 32 | N als ..... | K als Kainit | 15,1 | 20,9 | 21,1 |
| 33 | N als Ammoniak | Ca als Endlaugenkalk | 15,4 | 21,2 | 21,5 |
| 34 | N als Kalkstickstoff | | 15,9 | 21,7 | 21,4 |
| 35 | St + Weided. + K + Ca | P und N als Weidedüngdamit | K als 40%iges Kali | 17,0 | 22,8 | 23,2 |
| 36 | St + Weided. — K + Ca | P und N als Weidedüngdamit | K als 40%iges Kali | 16,9 | 22,7 | 23,9 |
| 37 | St + N + P + K + Ca | N als Ammoniak | Ca als präparierter Kalk | 16,5 | 22,3 | 23,4 |
| 38 | St + N + P + K + Ca | N als Ammoniak | Ca als präparierter Kalk | 15,9 | 21,7 | 21,0 |
| 39 | Stalldung | | | 17,3 | 23,1 | 24,5 |

# Versuch Waldbrunnen. Kartoffelernte 1918.

| In der wasserfreien Trockensubstanz sind enthalten: | | | | | | | Schorfbefall | Geschmack |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rohprotein % | Rohfett % | Rohfaser % | Rohasche % | Stickstofffr. Extraktstoffe Summe % | davon Stärke % | davon andere Stoffe % | | |
| 6,12 | 0,68 | 4,5 | 4,90 | 83,80 | 72,85 | 10,95 | gering | gut |
| 8,09 | 0,42 | 3,1 | 4,88 | 83,51 | 75,88 | 7,63 | stark | = |
| 7,58 | 0,39 | 5,1 | 4,39 | 82,54 | 65,80 | 16,74 | = | = |
| 9,66 | 0,46 | 3,5 | 4,63 | 81,75 | 77,09 | 4,66 | sehr stark | = |
| 4,12 | 0,54 | 3,6 | 6,15 | 85,59 | 69,95 | 15,64 | stark | schlecht |
| 4,48 | 0,49 | 4,0 | 6,00 | 85,03 | 70,59 | 14,44 | gering | = |
| 8,17 | 0,49 | 3,9 | 4,50 | 82,94 | 69,32 | 13,62 | sehr stark | gut |
| 8,06 | 0,41 | 2,9 | 4,26 | 84,37 | 69,75 | 14,62 | stark | = |
| 10,10 | 0,47 | 3,5 | 4,30 | 81,63 | 70,54 | 11,09 | = | = |
| 5,69 | 0,60 | 3,6 | 4,70 | 85,41 | 72,19 | 13,22 | ohne | = |
| 9,33 | 0,40 | 4,6 | 4,21 | 81,46 | 73,55 | 7,91 | = | sehr gut |
| 8,71 | 0,45 | 5,0 | 4,30 | 81,54 | 74,33 | 7,21 | = | = |
| 10,68 | 0,36 | 2,6 | 3,96 | 82,40 | 70,50 | 11,90 | = | befriedigend |
| 10,90 | 0 30 | 2,5 | 3,86 | 82,44 | 71,13 | 11,31 | = | = |
| 6,78 | 0,52 | 3,7 | 4,97 | 84,03 | 67,64 | 16,39 | stark | befried.—schlecht |
| 7,73 | 0,40 | 3,0 | 4,70 | 84,17 | 66,51 | 17,66 | gering | gut |
| 8,90 | 0,43 | 3,6 | 4,62 | 82,45 | 70,72 | 11,73 | = | = |
| 8,60 | 0,50 | 4,0 | 4,80 | 82,10 | 67,75 | 14,35 | = | = |
| 8,06 | 0,32 | 3,5 | 4,98 | 83,14 | 67,98 | 15,16 | = | befried.—schlecht |
| 8,17 | 0,39 | 4,6 | 4,46 | 82,38 | 71,61 | 10,77 | ohne | sehr gut |
| 10,50 | 0,35 | 3,3 | 4,36 | 81,49 | 73,04 | 8,45 | = | gut—befried. |
| 8,20 | 0,42 | 4,1 | 4,71 | 82,57 | 73,10 | 9,47 | gering | sehr gut |
| 7,04 | 0,60 | 3,4 | 5,74 | 83,22 | 68,28 | 14,94 | stark | befried.—schlecht |
| 10,14 | 0,34 | 3,1 | 4,39 | 82,03 | 71,42 | 10,61 | = | gut |
| 8,35 | 0,38 | 3,3 | 5,00 | 82,97 | 78,19 | 4,78 | = | = |
| 7,51 | 0,45 | 3,1 | 5,23 | 83,71 | 69,95 | 13,76 | sehr stark | gut—sehr gut |
| 8,97 | 0,68 | 3,8 | 5,42 | 81,13 | 76,73 | 4,40 | stark | befried.—schlecht |
| 9,92 | 0,56 | 4,3 | 4,33 | 80,89 | 75,00 | 5,89 | = | gut |
| 8,57 | 0,49 | 3,4 | 4,79 | 82,75 | 72,19 | 10,56 | = | = |
| 6,71 | 0,55 | 3,4 | 5,14 | 84,20 | 69,33 | 14,87 | sehr stark | = |
| 7,91 | 0,48 | 4,8 | 4,92 | 81,89 | 73,33 | 8,56 | stark | sehr gut |
| 7,77 | 0,43 | 4,6 | 4,83 | 82,37 | 71,23 | 11,14 | sehr stark | = |
| 7,91 | 0,49 | 3,4 | 4,78 | 83,42 | 71,62 | 11,80 | stark | gut |
| 8,98 | 0,51 | 4,3 | 4,43 | 81,78 | 74,29 | 7,49 | = | = |
| 8,28 | 0,62 | 3,6 | 4,26 | 83,24 | 73,27 | 9,97 | = | sehr gut |
| 9,78 | 0,30 | 3,2 | 4,05 | 82,67 | 70,71 | 11,96 | = | = |
| 8,64 | 0,29 | 2,8 | 3,99 | 84,28 | 70,51 | 13,77 | gering | gut |
| 8,49 | 0,45 | 3,6 | 4,44 | 83,01 | 75,71 | 7,30 | stark | = |
| 7,80 | 0,54 | 4,6 | 4,18 | 82,88 | 70,61 | 12,27 | gering | sehr gut |

Gedruckt bei E. S. Mittler & Sohn, Berlin SW 68, Kochstraße 68–71.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW 11, Hedemannstr. 10 und 11.

# Arbeiten des Forschungsinstitutes für Kartoffelbau

## Heft 1.

### Versuchsergebnisse auf dem Gesamtgebiete des Kartoffelbaues im Jahre 1918

Gleichzeitig Verhandlungsbericht über die 2. Sitzung der Leiter der Kartoffelversuchsstellen am 20. Februar 1920

bearbeitet von

Prof. **Dr. O. Appel,** Geh. Regierungsrat und **Dr. G. Schneider,** (Referent).

*Preis 3 M.*

## Heft 2.

### Der Kartoffelschorf

Von **Dr. H. W. Wollenweber.**

Mit einer schwarzen und einer farbigen Tafel, sowie 11 Tex[illegible]ungen.

*Preis 6 M.*

### [illegible]e für die sachgemäße Aufb[illegible]ahrung und Pflege der Kartoffeln

[illegible]fbewahrungsräumen und Haus[illegible]ltungen.

[illegible] für Landwirtschaft, Volksernährung und Verpflegung von Heer und Marine.

[illegible] **Schneider,** landwirtschaftlic[illegible]verständiger.

*[illegible]ldungen. Preis 1 M. 20 Pf. ([illegible] Stück für 25 M.)*

### [illegible]er Kartoffelkr[illegible]bs,

[illegible] Kartoffelkrankhe[illegible] in Deutschland.

[illegible]eider, landwirtsch[illegible]icher Sachverständiger.

Inhalt:

[illegible] Kartoffelkrebses. — II. Die äußeren Kennzeichen des [illegible]. Die Entwicklung und Verbreitung des Kartoffelkrebses. — [illegible]kämpfung des Kartoffelkrebses. — V. Nachwort.

*Preis 20 Pf.*

### Der Kartoffelbau

nach seinem jetzigen rationellen Standpunkte.

Von **Dr. Hugo Werner,**

[illegible]ngra[illegible] und weil. Professor der Landwirtschaft an der Landw. Hochschule zu Berlin.

**Achte, neubearbeitete Auflage**

[illegible]regeben von **Prof. Dr. C. v. Eckenbrecher,**

[illegible]ärungsgewerbe u. Leiter der Deutschen Kartoffelkulturstation zu Berlin.

*Gebunden, Preis 5 M.*

[illegible]de Buchhandlung.